Digitized by the Internet Archive
in 2013

http://archive.org/details/lelectricien49pari

621.3054
E38





TRENTE-CINQUIÈME ANNÉE

L'ÉLECTRICIEN

Revue Internationale de l'Électricité et de ses Applications

PARAISSANT LE 15 ET LE DERNIER JOUR DE CHAQUE MOIS

Rédacteur en Chef : Maurice SOUBRIER

ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE
PROFESSEUR ADJOINT D'ÉLECTRICITÉ INDUSTRIELLE AU CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIERS

DEUXIÈME SÉRIE

TOME QUARANTE-NEUVIÈME

JUILLET — DÉCEMBRE 1919

ADMINISTRATION ET BUREAUX :

47 et 49, Quai des Grands-Augustins, PARIS (VIe) Téléph. GOBELINS 19-38 — 36-52

L. DE SOYE, Imprimeur-Éditeur. — DUNOD, Éditeur.

TABLE DES MATIÈRES
DU TOME XLIX

(Juillet-Décembre 1919)

Accumulateurs.

Installation automatique pour charge d'accumulateurs 258

Appareillage.

Conjoncteur-disjoncteur souterrain 94
Coupe-circuit de sûreté 258
Dispositif de rupture pour magnétos haute tension 69
Dispositif de sûreté aux récipients à huile des transformateurs et autres appareils électriques 71
Limiteur de courant électrique 95
Nouveau système de serre-fil 233
Perfectionnements aux commandes à distance 234
Perfectionnements aux douilles électriques 69
Perfectionnements aux mâchoires d'interrupteurs électriques 93
Rhéostat de démarrage courant continu 258
Rhéostats d'expérience pour courants de grande intensité 107
Relais de déclenchement automatique 233
Relais pour éclairage des automobiles 284
Une disposition de tableau originale, par R. Wolff 253

Applications diverses.

L'air chaud par l'électricité 112
L'ampoule Coolidge. Les audions 13
Caractéristiques de la commande électrique d'une fabrique de papier 109
Ce qu'on peut faire en agriculture avec un kilowatt-heure 92
Comment utiliser le chauffage électrique à Paris, par R. Wolff 229
L'électricité appliquée à l'automobile, par L. Fourcault 185
L'électricité à la ferme et au château 17
L'électricité pendant la grande guerre pour repérer des explosions, par F. Gibon 130
Electro-aimant à courant alternatif 189
Equipement électrique des avions, par P. Maurer 265
L'emploi de l'électricité dans les mines d'anthracite 22
Essais de l'acier par l'électricité 89
Moyen électrique de déterminer les gisements de pétrole 203
La motoculture et l'électroculture, par F. Gibon 60
Petites génératrices de voitures 206
La soudure à l'arc électrique 89
Soudure du verre à un métal 203
Transporteurs et tracteurs électriques dans les ateliers, par L.-D. Fourcault 14
Une petite expérience sur l'effet Edison 103

Canalisations.

Recherche des défauts dans les câbles armés haute tension, par G. Lebaupin 250, 270
Les réseaux souterrains des villes bombardées L. D. F. 16

Distribution d'énergie électrique.

Calcul pratique d'une installation en triphasé, par S. Turcus 277
Effet de la pluie sur un fil isolé 278
Installation hydro-électrique sous haute chute : l'usine de Capdella et le réseau de Catalogne, par L. D. Fourcault 53
Un nouveau redresseur de courant alternatif : la lampe Tungar 102
Un projet de mise en commun des productions d'électricité en Belgique 64
Sous-stations automatiques et commande à distance, par L.-D. Fourcault 227
Transport à grande distance de l'énergie électrique 165

Divers.

Analyse directe de l'onde des courants alternatifs par résonance 91
Dispositif pour former un arc à travers une coupure ou une résistance 70
Electricité et radioactivité, par F. Gibon 280
Le fluide bleu, par J. Laureau 240
La foudre et les arbres 41
Générateur d'oscillations à haute fréquence 69
Influence des diélectriques sur les potentiels disruptifs 45
Observation des courants telluriques 279
Perfectionnements aux piles sèches 70
Régénération des vases poreux des piles Leclanché 23

Eclairage électrique, lampes.

Alimentation à bas voltage des lampes à incandescence dans l'azote 44
Emploi de lampes à incandescence pour les projections, par F. Barbier 109
Lampe portative à magnéto 233
Perfectionnements aux filaments 234
Perfectionnements aux lampes à incandescence 47

Electrochimie, électrométallurgie.

Emploi du four électrique pour le travail de l'acier 45
Fours électriques convertisseurs 284
Influence de la disposition des conducteurs sur le rendement d'un four électrique 279
Perfectionnements aux fours électriques 71
Pyromètres thermo-électriques 284

Enseignement.

Enquête sur l'enseignement de l'électricité industrielle, par M. Soubrier 138, 186, 207, 240, 281
L'enseignement pratique de l'électricité industrielle. L'école de *l'Electricien*, par R. Sivoine 209, 235, 259, 285

117623

Génératrices et moteurs.

Alternateurs pour haute fréquence.................. 90
Calcul de la canalisation et choix de l'appareillage dans l'installation d'un moteur, par L. Depierris... 225
Choix de la puissance d'un moteur d'atelier.......... 21
Choix et vérification de moteurs usagés, par L. Depierris 241
Commutatrices à haute tension...................... 90
Dispositif de mise en court-circuit des inducteurs dans une dynamo à courant continu, par L. Depierris.... 129
Du choix d'un moteur électrique.................... 158
Essais et expertise du matériel électrique d'occasion, par L. Depierris.............................. 151
Générateur de courants alternatifs à haute fréquence. 189
Induit sans commutateur redresseur pour machines à courant continu et moteurs monophasés 93
Mesure du facteur de puissance d'un moteur 205
Pare-étincelle de self-induction.................... 234
Rebobinage d'un moteur d'induction de 50 HP en 15 HP, par M. Marre.......................... 281
Réglage de la tension par régulateurs vibrants 206

Mesures, unités et appareils.

La mesure des capacités........................... 88
Mesure et calcul d'une résistance, par G. Verney, 20, 104
Montage méthodique des appareils de mesure, par L. François 170
Repérage des installations d'appareils de mesure, par E. François................................... 147

Organisation.

Industrie et tourisme, F. G........................ 25
Les laboratoires d'usines et d'électricité industrielle, par G. Lebaupin............................... 8
Quelques renseignements financiers sur l'organisation des réseaux, par P. Moutier..................... 99
Les recherches industrielles et scientifiques......... 88
Visites de laboratoires et d'usines, par F. Gibon..... 31

Production de l'énergie, force motrice.

Les centrales thermiques, par P. Moutier............ 76
Explosion d'une turbine à vapeur de 35.000 kw...... 203
Les forces hydrauliques........................... 111
Généralisation de l'électricité et réseaux ruraux..... 255
Groupes moteurs transportables.................... 112
Mesure du débit des petits cours d'eau, par R. Sivoine. 223
Production de l'énergie électrique par l'utilisation des marées, par Cl. Audry-Bourgeois............ 193
Production houillère française en 1918............. 87
Les usines électriques américaines................. 67
L'utilisation des forces hydrauliques, par L. Perrier. 49
Utilisation des gaz de hauts-fourneaux et charbons maigres, par P. Moutier......................... 42

Réglementation, lois et documents administratifs.

Les brevets en Alsace-Lorraine 47, 160
Le brevet international........................... 143
Comment obtenir du charbon allemand............. 231
Concours d'inventions à Saint-Etienne............. 166
Démobilisés (reprise d'emploi des).................. 191
Dénomination de la puissance des machines.......... 88
Incendie causé par un conducteur d'énergie (responsabilités)...................................... 191
Loi relative à l'utilisation de l'énergie hydraulique.... 210
Le matériel détruit par les Allemands 86
Le matériel à faire construire en Allemagne.......... 231
Prolongation des brevets d'invention.............. 232
Règles françaises d'unification du matériel électrique, ...73, 155
La standardisation à la commission internationale d'électrotechnique............................ 230
L'unification du matériel électrique. Projet de standardisation....................................... 113

Télégraphie, téléphonie avec et sans fil.

Détecteur réglable magnétiquement 21
Les progrès récents en radiotéléphonie, par C. Schmitt.. 187
Modulateurs et récepteurs de radiotéléphonie, par C. Schmitt...................................... 204
Notions pratiques de télégraphie sans fil, par P. Maurer.................................. 3, 34
Nouveau dispositif micro-téléphonique............. 189
Perfectionnements aux systèmes de lancement de signaux radio-télégraphiques 233
Production d'ondes amorties et entretenues......... 206
La télégraphie par le sol, par P. Maurer............ 181
Téléphone à électrodes concentriques.............. 206
Tubes à vide détecteurs et amplificateurs, par P. Maurer 81, 205
Un nouveau relais renforçateur, par François Marin.. 132

Traction, chemins de fer et tramways.

Alimentation des tramways et métropolitains en courant continu, par F. Guéry.................. 254
L'électrification des chemins de fer. La ligne Bluefield-Vivian du Norfolk Ry, par A. Tétrel.......... 121
Emploi du courant continu à haute tension pour la traction électrique........................... 164
Installations électriques du chemin de fer de la Bernina, par L. Pahin 197, 273
Installations en mono-triphasé. Le Norfolk and Western Railway, par A. Tétrel........... 217, 245
Le laboratoire d'essai des locomotives à vapeur et électriques..................................... 173
La mission française en Amérique, pour l'étude de l'électrification des grands réseaux de chemin de fer, ...98, 135, 161
La traction électrique et les chemins de fer à voie étroite, par L.-D. Fourcault................... 163

35e Année. — No 1232. 15 Juillet 1919.

L'ÉLECTRICIEN

Revue Internationale de l'Électricité & de ses applications

PARAISSANT LE 15 ET LE DERNIER JOUR DE CHAQUE MOIS

Rédacteur en Chef : Maurice SOUBRIER

ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE

PROFESSEUR SUPPLÉANT D'ÉLECTRICITÉ INDUSTRIELLE AU CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIERS

SOMMAIRE

Notre programme : **Maurice Soubrier.** — Notions pratiques de T. S. F. : **P. Maurer.** — Les laboratoires d'usines et d'électricité industrielle : **G. Lebaupin.** — Manutention électrique dans les ateliers : **L.-D. Fourcaud.** — L'électricité à la ferme et au château : **F. Gibon.** — Tours de mains, travaux pratiques, exercices pour les élèves des écoles techniques : **J. Verney.** — Informations, revues, analyses. Brevets anglais.

Notre Programme

L'*Electricien* reparaît en juillet 1919 sous une forme nouvelle.

Après trente-cinq ans d'existence et de services rendus à l'industrie électrique, il a semblé à ses fondateurs et à son Rédacteur en chef que le moment était venu de le modifier et de l'adapter aux nouveaux besoins de l'industrie électrique.

Avant tout, notre Revue est une « Revue pratique », nous voulons dire une Revue s'adressant aux *praticiens* et par là nous entendons qu'elle se propose un but essentiellement industriel aussi éloigné de la vulgarisation que de la spéculation pure.

Nos collaborateurs attitrés sont des Industriels, des Ingénieurs de toutes origines, des hommes de métier.

Nous voulons que notre publication pénètre dans tous les milieux, qu'elle ait sa place dans le bureau d'études comme dans l'atelier, dans le cabinet directorial comme dans la chambre du contremaître où elle se retrouvera partout comme un aide-mémoire précieux, comme une encyclopédie de l'électricité, mais une encyclopédie constamment mise au courant des progrès de la science et sans cesse complétée par les nouvelles acquisitions de l'expérience quotidienne. Elle offrira à chacun le secours inestimable de ses *articles de fond, ses descriptions d'installations, ses conseils pour le calcul, la conduite et la construction des machines électriques, ses devis, ses projets, ses problèmes pratiques pour* les débutants, *ses renseignements commerciaux, sociaux,* en un mot tout ce qui intéresse le travailleur, le chef d'atelier ou le patron.

Pour multiplier les points de contact entre les lecteurs et leur Revue, une *tribune* permet à chacun de poser des questions et d'émettre des idées qui seront ensuite étudiées et discutées par tous. Ainsi mises au point et développées, ces idées acquerront une grande portée pratique pour le plus grand bien de chacun et leur vertu féconde, faisant surgir à chaque instant de nouveaux problèmes, viendra augmenter encore le champ des recherches de nos lecteurs et de nos rédacteurs.

***

Dans nos articles, nous aurons surtout à cœur de défendre les grandes idées techniques hors desquelles la France ne peut pas prendre dans l'industrie électrique la place qui lui revient de droit,

c'est-à-dire le développement rationnel de la production de l'énergie électrique à bon marché par la houille blanche, les gaz de hauts fourneaux, les charbons employés sur le carreau de la mine, etc., l'utilisation et la transformation de cette énergie sous les formes les plus diverses dans le réseau général de la France électrifiée.

Une de ces formes mérite dès maintenant d'attirer l'attention des spécialistes ; nous voulons parler de l'utilisation de l'énergie électrique pour les besoins de l'agriculture et la réorganisation des régions envahies.

La diminution des heures de travail, les pertes en hommes et par suite la nécessité de confier de nombreux travaux d'ateliers aux femmes et aux mutilés conduisent tous les industriels à améliorer par l'électricité l'organisation du travail dans leurs usines. En conséquence, l'électrification générale de la France est un problème urgent qui s'impose et que nous voulons étudier ici.

Dès 1914, malgré les efforts de nos ingénieurs, notre pays avait un retard considérable sur les pays voisins pour l'aménagement de nos forces naturelles productrices d'énergie électrique et, par voie de conséquence, un retard non moins grand pour l'utilisation de cette énergie. Nous voulons rattraper ce retard.

On connaît toutes les difficultés administratives auxquelles s'est heurté le projet du transport de l'énergie du Rhône à Paris, projet qui est entièrement résolu techniquement et que seuls les bureaux ont arrêté et arrêtent encore. Si ce projet avait été réalisé en son temps, les usines de guerre de la région parisienne n'auraient pas absorbé tout le charbon disponible qui serait si utile aujourd'hui pour la reprise économique du pays. Nous soutiendrons de tels projets.

Le regrettable gâchis de nos ports, de nos grandes gares qui restent indéfiniment encombrées, faute d'un matériel de manutention moderne mû par l'électricité, est une des causes de la vie chère. Nous proclamerons la nécessité de ce matériel.

En un mot, nous estimons qu'il est de notre devoir, à nous techniciens de l'électricité, de servir de guides et de conseils à tous dans le remaniement indispensable du machinisme qui va suivre la paix.

Nous espérons que l'effort qui sera fait ici recevra l'approbation de tous les travailleurs de l'électricité. En tout cas, nous accueillerons avec le plus grand plaisir les conseils et avis éclairés qu'ils voudront bien nous faire parvenir, car le but que nous nous proposons est avant tout d'être utiles à notre pays.

***

Chaque livraison renfermera :

1° Des ARTICLES INÉDITS illustrés de dessins et de photographies dus à la collaboration éclairée de spécialistes éminents et connaissant tous les besoins de l'industrie électrique.

Nous y étudierons la PRODUCTION, la TRANSFORMATION et l'UTILISATION de l'énergie électrique, les questions se rapportant à la vente et au commerce du courant, à la construction du matériel et de l'appareillage, aux spécialités, à la télécommunication, à l'électrochimie et à l'électrométallurgie. Les questions à l'ordre du jour, telles que la fondation de laboratoires d'usines, de laboratoires nationaux, l'enseignement professionnel et technique de l'électricité seront l'objet de nos préoccupations.

2° Des EXTRAITS des principaux articles publiés dans le domaine pratique par les grandes revues françaises ou étrangères.

3° Des ANALYSES des inventions et brevets français et étrangers.

4° Nous proposerons périodiquement aux élèves des Ecoles techniques, aux ouvriers, aux débutants, des EXERCICES PRATIQUES, simples, dont la solution sera donnée dans le journal avec les noms de leurs auteurs.

5° Nous instituerons, pour les CONSTRUCTEURS ET LES INVENTEURS, des concours dotés de prix se rapportant à l'établissement de petites inventions ou améliorations pratiques d'appareils existants.

6° Nous ferons paraître une rubrique D'OFFRES ET DEMANDES D'EMPLOIS ainsi que D'OFFRES ET DEMANDES DE MATÉRIEL.

7° Une rubrique D'OFFRES ET DEMANDES D'ARTICLES permettra aux chercheurs et aux rédacteurs de trouver dans l'*Electricien* un débouché à leurs opinions.

8° Notre TRIBUNE permettra à tous nos abonnés d'échanger leur idées sur les sujets qui concernent leur profession.

Tel est, succinctement présenté, le plan des livraisons de l'*Electricien* dont nous chercherons sans cesse à étendre le champ d'action dans le domaine pratique avec la collaboration de tous nos lecteurs et rédacteurs à tous les degrés de la hiérarchie du travail.

Maurice SOUBRIER.

NOTIONS PRATIQUES DE TELEGRAPHIE SANS FIL

Principes de Télégraphie sans fil. — Transmission.

La T. S. F. a été une des armes importantes de la Grande Guerre; pour la fabrication des appareils de radiotélégraphie, nombre de laboratoires, d'ateliers et d'usines ont fonctionné à plein rendement.

Cette nouvelle branche de l'industrie électrique continuera son essor pendant la paix : aucun électricien ne devra ignorer ce que connaissent déjà beaucoup d'amateurs.

Condensateurs.

Relions deux plaques métalliques *a* et *b* disposées à faible distance l'une devant l'autre, aux deux pôles d'une pile P. Au moment où nous fermons l'interrupteur *r*, l'aiguille du galvanomètre *g* est lancée, mais revient aussitôt à sa position initiale, indiquant ainsi le passage d'un courant de faible durée.

Ouvrons l'interrupteur *r* et fermons *r'*.

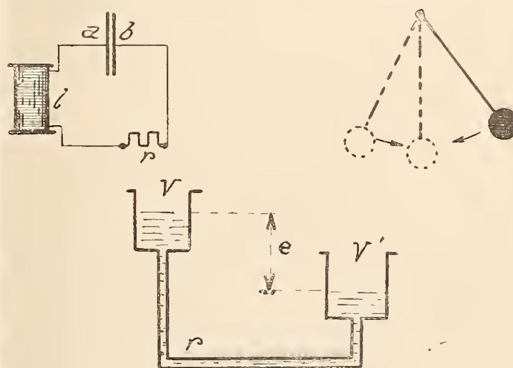
Ceci a pour effet de relier directement les deux plaques *a b* aux deux bornes du galvanomètre *g*. On constate à ce moment le passage d'un courant de faible durée, mais en sens inverse du précédent. Les deux expériences sont appelées la charge et la décharge d'un condensateur ; le galvanomètre *g* a indiqué la quantité d'électricité mise en jeu lors de la charge ou de la décharge. Des expériences précises, avec des plaques de dimensions différentes, ont montré que cette quantité d'électricité est d'autant plus grande que les armatures ont une plus large surface et sont plus près l'une de l'autre. La capacité du condensateur est donc d'autant plus grande que les armatures sont plus grandes et plus rapprochées : on construit des condensateurs de grande capacité (fig.1) en empilant des feuilles métalliques séparées par des lames isolantes en verre ou en mica, puis en reliant ensemble les lames d'ordre pair et les lames d'ordre impair.



(Fig. 1)

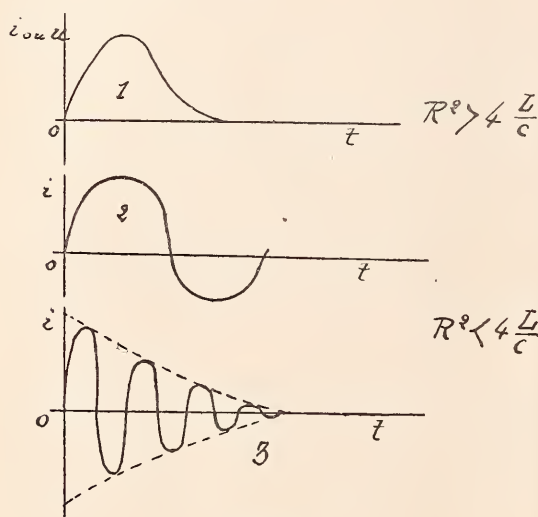
Décharge oscillante d'un condensateur.

Réunissons maintenant les deux armatures *a b* d'un condensateur à un circuit comprenant une résistance *r* et une bobine de fil *l* (fig. 2). Si nous chargeons le condensateur à l'aide d'une source d'électricité comme précédemment, celui-ci se déchargera dans le circuit *a, l, r, b*, mais ici les phénomènes sont un peu différents. En effet, quand la différence de potentiel entre les armatures *a b* est suffisante pour qu'un courant passe dans le circuit, ce courant, en traversant les spires de la bobine *l*, y provoquera une certaine self-induction ou inertie électrique qui prolongera le courant en chargeant les armatures *a b* en sens inverse; quand l'équilibre sera de nouveau rétabli, il existera une nouvelle différence de potentiel entre les armatures *a b*, qui provoquera le passage d'un nouveau courant dans le circuit *b, r, l, a*, et les mêmes phénomènes se reproduiraient indéfiniment, s'il n'y avait pas perte d'énergie. Pour nous représenter ce qui se passe en détail lors de la décharge du condensateur, on peut le comparer à tout dispositif mécanique mettant en jeu de l'énergie et présentant une certaine inertie; on peut par exemple comparer les charges successives aux positions d'un pendule (fig. 2) qui a été écarté au préalable de sa position d'équilibre. On constate que dans l'air par exemple le pendule ne revient pas immédiatement à sa position d'équilibre, on dit qu'il oscille, et par comparaison : chaque position



(Fig. 2)

peut représenter les charges successives du condensateur ; les oscillations dans un sens et dans l'autre, les courants qui prennent naissance quand le condensateur se décharge ; le milieu dans lequel il se meut, la résistance électrique ; la longueur du pendule et le poids représentant aussi les valeurs du circuit de décharge (self-induction, capacité du condensateur). Une autre explication analogique se rapprochant mieux encore de la décharge oscillante électrique est donnée par deux vases V et V' reliés par un tube *r*. Si l'on crée une différence de niveau *e* dans les deux vases, on constate que les niveaux tendront à s'égaliser, ceci ne se fera pas sans que des oscillations se produisent, justement à cause de l'inertie de l'eau.



(Fig. 3)

Plus particulièrement dans cette seconde expérience on constate :

a) Si les tuyaux sont fins, les frottements sont grands, l'eau circule difficilement, par conséquent les oscillations seront lentes et diminuent d'amplitude très rapidement. On peut représenter ce phénomène par la courbe 1 de la figure 3; si même les frottements sont très grands et les tuyaux très fins, les niveaux s'égaliseront sans oscillations (courbe 2). Dans le circuit électrique de la figure 2, les mêmes phénomènes se produiront si la résistance est très grande, on dit alors que l'amortissement est grand.

b) Si les tuyaux sont longs, si le volume de l'eau mise en jeu est grand, l'inertie opposée par la masse d'eau à son déplacement est grande et les oscillations seront très lentes. Ceci se produira pour un circuit électrique possédant une grande self-induction par exemple. On conçoit facilement qu'il doit y avoir une relation liant les éléments du circuit électrique, — résistance, capacité et self-induction et que, dans certaines conditions, la décharge sera très amortie et les oscillations lentes.

Dans d'autres cas (courbe 3) la décharge sera peu amortie et les oscillations seront courtes.

On trouve théoriquement que si *résistance* e^2 est plus petit que : 4 *self-induction* sur capacité, la décharge sera oscillante et les courbes représentatives du courant ou de la tension seront de la forme des courbes 2 et 3. Dans tous les autres cas, la décharge est dite apériodique (courbe 1) et ne présente aucun intérêt en télégraphie sans fil.

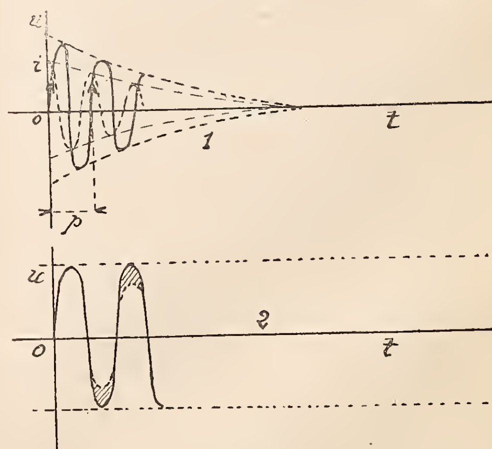
Oscillations amorties. — Oscillations entretenues.

On vient de voir que si la résistance est très petite devant les valeurs de la self-induction et de la capacité, la décharge est oscillante; on remarque qu'au bout d'un certain temps *t* le courant repartira dans le même sens; ce temps *t* est appelé la période *p* du circuit oscillant (fig. 4). Nous avons vu déjà dans les analogies précédentes que la période dépendait des valeurs de l'inertie et de la capacité. On trouve en effet que si la décharge est oscillante, c'est-à-dire si la rés stance est très petite et peut être négligée, la période *t* est égale à

$$2\pi\sqrt{\text{self-induction} \times \text{capacité}} = 2\pi\sqrt{\text{L C}}.$$

Si *t* est exprimé en secondes, *l* doit être évalué en henrys, et la capacité *c*, en farads.

Cette formule nécessaire en télégraphie sans fil montre *(a)* qu'en augmentant la self-induction ou la capacité du condensateur on augmente la période du circuit oscillant *(b)*, un circuit à faible résistance ayant de la self-induction et de la capacité possède



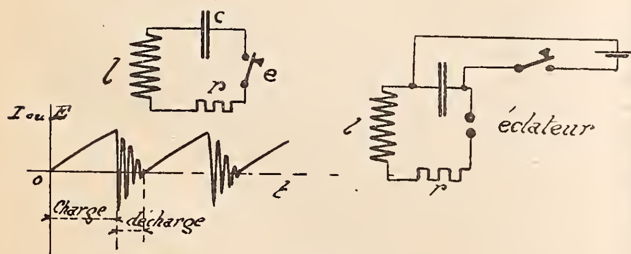
(Fig. 4)

une période d'oscillation qui lui est propre et qui est déterminée par ses éléments, indépendamment de toute autre cause. Si l'un des éléments *l* ou *c* manque, le circuit est dit apériodique.

Nous venons de voir ce que l'on appelait oscillation amortie. Si par exemple, dans le pendule de la fig. 2, nous donnons à chaque oscillation un certain apport d'énergie pour compenser les différentes pertes, de telle façon que le poids revienne toujours à sa position de départ, les amplitudes seront toujours les mêmes ; on dit alors que le mouvement sera entretenu et la courbe représentative sera de la forme 2 (fig. 4). Si nous compensons aussi les différents pertes dans le circuit électrique par un apport d'énergie à chaque oscillation, nous aurons aussi des oscillations entretenues. Ces oscillations entretenues présentent un grand intérêt en T. S. F., comme nous le verrons plus tard.

Nécessité d'un éclateur.

Considérons un circuit comprenant un condensateur *c*, une self-induction *l*, une résistance *r* et un interrupteur *e* ouvert (fig. 5). Chargeons le condensateur au moyen d'une pile par exemple ; au bout d'un certain temps, le condensateur est chargé et si nous fermons *e*, le condensateur se déchargera dans le circuit *c l r e*, suivant les lois connues. Si *r* satisfait aux conditions énoncées, le courant de décharge sera oscillant et va s'amortir ; au bout d'un temps *T* il sera sensiblement nul et la différence de potentiel entre les armatures tendra vers *o*. Aucune charge nouvelle ne sera possible tant que *e* sera fermé ; or, d'une part le temps *T* est très petit par rapport à la durée de la charge, d'autre part il est indispensable d'obtenir (fig. 5), pour des transmissions radio-télégraphiques, le plus grand nombre de décharges possible, il sera donc nécessaire d'employer un dispositif rapide. On substitue à l'interrupteur *e* un appareil appelé éclateur,



(Fig. 5)

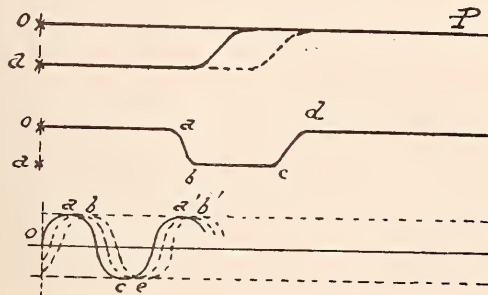
constitué par deux boules ou deux plateaux très rapprochés.

(a) Il permet la décharge oscillante au moment où la tension aux bornes du condensateur a atteint une valeur suffisante *(b)* il coupe automatiquement le circuit de décharge à la fin des oscillations et permet une nouvelle charge du condensateur.

C'est donc une sorte de court-circuit automatique du condensateur (fig. 5).

Oscillateurs ouverts et fermés.

Dans le système étudié précédemment, en communiquant une charge d'électricité au condensateur il se produira une décharge oscillante si les conditions de résistance sont satisfaisantes; on appelle ce système un oscillateur fermé. En pratique, un oscillateur fermé ne peut être utilisé pour transmettre directement des signaux ; on a donc été conduit à modifier le dispositif. En écartant les deux plaques du condensateur (de *a* en *b*) (fig. 6), nous trouvons encore un système auquel



(Fig. 6)

s'appliquent les lois précédentes, mais où la capacité du condensateur a changé. En *c* nous aurons disposé les deux plaques d'une façon différente, la capacité du condensateur aura encore changé, mais les mêmes phénomènes subsisteront. Enfin en *d* nous aurons un oscillateur ouvert, les 2 fils *ef* et *hg* forment les deux plaques du condensateur dont le diélectrique est l'air, et la self-induction est ainsi répartie tout le long du fil. Il faut remarquer que dans un tel système la capacité est devenue très petite, donc la période de l'oscillation sera aussi très petite et la fréquence qui est égale au nombre de périodes par seconde augmente. D'autre part, nous verrons que, pour certaines raisons, on est amené à employer des fils très longs, il est facile de concevoir que dans ces conditions la tension et le courant ne se présentent pas sensiblement au même temps dans toutes les parties du conducteur.

Propagation d'une perturbation.

D'après ce que nous venons de dire il y a lieu d'étudier en détail la propagation d'une oscillation électrique le long d'un fil. Nous allons voir qu'elle

est sensiblement analogue à la propagation d'une déformation le long d'une corde élastique. Si l'on imagine une longue corde *o* P (fig. 7) à laquelle on imprime une déformation en abaissant l'extrémité

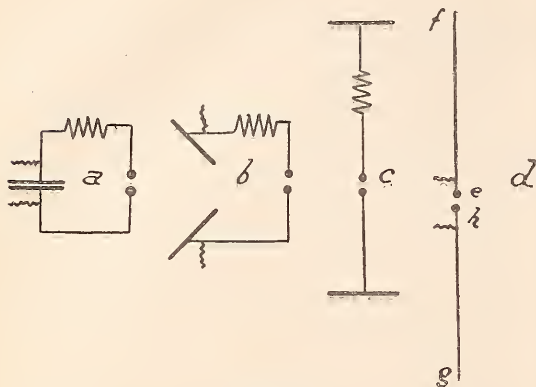


Fig. 7.

o en *a* puis en la ramenant en *o*. Le mouvement se propagera de proche en proche et les différents points de la corde s'abaisseront successivement. Quand l'extrémité *a* sera ramenée en *o* la sinuosité *a b c d* se propagera tout le long de la corde. Imprimons maintenant à l'extrémité *o* un mouvement d'oscillation périodique, on obtiendra une forme sinueuse *a c a' c'* qui l'instant suivant sera *b e b' e'* La distance *a a'* ou *b b'* de 2 vagues consécutives est appelée la longueur d'onde. Elle est rattachée directement à la période d'oscillation du point *o*, puisque c'est la distance dont s'est propagé le mouvement pendant la période d'oscillation du point *o*.

Supposons maintenant la corde attachée en P (fig. 8). On remarque que si nous imprimons une seule déformation de *o* en *a*, puis de *a* en *o*, celle-ci se propage *a' b' c' d'* jusqu'en P puis revient en arrière *a'' b'' c'' d''*. Donnons maintenant au point *o* un mouvement d'oscillation périodique, les ondes successives se propagent vers P, se réfléchissent en changeant de sens et reviennent en arrière se superposant aux ondes qui partent ; on conçoit donc (fig.8) qu'aux points 1 et 2 la corde restera immobile, mais aux points 3 et 4 c'est-à-dire à 1 /4 de longueur d'onde de P les 2 mouvements sont constamment égaux et de même sens et s'ajoutent, Les points 1 et 2 sont appelés des nœuds, les points 3 et 4 des ventres (par analogie avec l'acoustique). Une corde animée de telles oscillations est le siège d'ondes stationnaires.

Une corde mise en vibration à une extrémité *o* et attachée en P pourra prendre l'un des divers modes d'oscillation indiqués par la figure 8. Elle pourra vibrer à la fréquence qui correspond à son oscillation en quart d'onde ou aux fréquences triples, quintuples de celle-ci :

Ces phénomènes sont analogues à ceux qui se produisent si l'on change brusquement le potentiel électrique à une extrémité d'un fil très long; un courant se produit, mais ne se propage pas instantanément le long du fil; il se propagera comme les déformations de la corde, et l'expérience montre que sa vitesse est de 300 000 km. à la seconde. De même les charges électriques ne s'accumulent pas à l'extrémité isolée et reviennent en arrière en se superposant aux ondes de départ, et si le fil devient le siège d'oscillations périodiques, il se produira des ondes stationnaires, avec des nœuds de courant et des ventres de courant. Aux nœuds de courant correspondent des ventres de tention, et aux ventres de courant des nœuds de tension.

Un fil vertical isolé à une extrémité et relié à l'autre à un éclateur, dont une électrode est connectée à la terre sera le siège d'une perturbation électrique si l'on fait jaillir des étincelles oscillantes

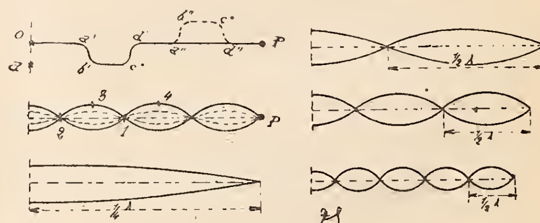


Fig. 8.

entre le pôle de l'éclateur. Comme le potentiel du point relié à la terre est invariable, nous aurons à ce point un nœud de potentiel et par suite un ventre de courant. A l'extrémité isolée nous aurons un nœud de courant et un ventre de tension. Il s'établira par conséquent le long du fil une oscillation dont le 1 /4 de la longueur d'onde est égal à la longueur du fil. Il pourrait aussi s'établir des oscillations de fréquence impaires 3, 5 7, etc., fois plus grandes.

Remarques :

En introduisant une bobine de fil à la base de l'antenne on augmente de ce fait la self-induction, par conséquent on augmente la période de l'oscillation et la longueur d'onde (fig. 9). En introduisant au contraire un condensateur on constate que ce condensateur est en quelque sorte monté en série

avec le condensateur de l'oscillateur ouvert (formé par la terre et le fil *a b*); on a donc une diminution de la capacité totale (2 condensateurs en série diminuent la capacité totale : 2 condensateurs en parallèle augmentent la capacité). La diminution de la capacité totale diminue la période et par conséquent la longueur d'onde (par application de la

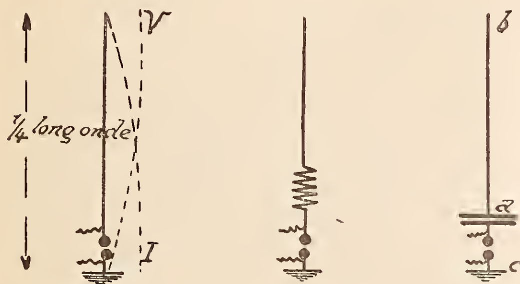


Fig. 9.

formule donnée précédemment $t = 2\pi\sqrt{LC}$ dans le premier cas L devient $L + L'$, dans le second ca $C' < C$). On a ainsi deux moyens pratiques pour faire varier la longueur d'onde d'une antenne en télégraphie sans fil.

Propagation dans l'espace.

D'après les idées de Maxwell, toute variation de charge d'un condensateur ou mieux de tout conducteur plongé dans un diélectrique donne lieu à deux sortes de courant ; un courant de conduction dans les conducteurs et un courant de déplacement dans le diélectrique. Ces deux courants sont capables de produire les mêmes effets. De nombreuses expé-

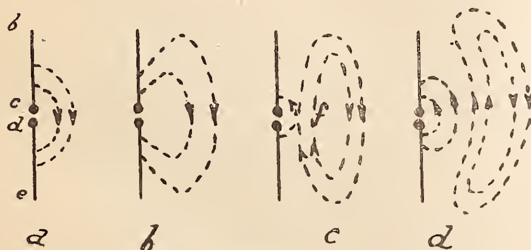


Fig. 10.

riences, et en particulier celles de Hertz, ont permis de démontrer que les oscillations électriques produisaient une perturbation qui se propageait dans l'espace avec la vitesse de la lumière. La perturbation se présente sous la forme d'onde électromagnétique comportant deux ébranlements ; la superposition de ces deux ébranlements constituant le champ électromagnétique proprement dit.

L'ébranlement magnétique dû aux courants de conduction se compose de lignes de force qui se propagent en cercles horizontaux ayant pour axe l'axe de l'oscillateur. On représente analogiquement cet ébranlement par les rides concentriques de l'eau quand une pierre vient d'y être lancée.

L'ébranlement électrique ou lignes de force des courants de déplacement peut être représenté par la figure 10, le flux étant dirigé des charges positives aux charges négatives. D'après ce que nous avons vu précédemment, les charges s'inversent alternativement sur *b c* et *d c*. Si les oscillations sont rapides, comme c'est le cas en télégraphie sans fil, *b c* étant changé positivement et *d c* négativement, on aura des lignes de force allant de *b c* en *d e*, mais l'inertie du milieu tendra à s'opposer à la brusque inversion des lignes du flux à un temps *t* (*b*) les lignes de force tendent à se resserrer progressivement, c'est-à-dire que ses extrémités tendront à se rapprocher vers *c* et *d*. A cause de l'inversion des charges il y aura tendance à la création d'une nouvelle ligne de force de *d c* en *b c* d'où sectionnement des premières lignes de force en *f* (*c*). Les lignes de force se détachent à chaque alternance et se propagent dans l'espace en s'élargissant.

Ceci se produit tout autour de l'oscillateur en même temps que l'ébranlement magnétique ; comme nous venons de dire le flux électrique pouvant à son tour donner naissance à un flux magnétique, on conçoit bien maintenant que les 2 ébranlements se superposent en se propageant, et donnent lieu à ce qu'on est convenu d'appeler un champ électromagnétique.

Remarques :

Nous verrons plus tard qu'on peut exciter l'antenne de deux manières différentes : soit directement comme nous venons de le montrer, soit indirectement, c'est-à-dire en créant un dispositif intermédiaire comprenant deux bobines reliées respectivement l'une à l'éclateur et l'autre au circuit de charge. Ce dernier dispositif est utilisé dans les postes de moyenne et grande puissance.

P. Maurer,
Ingénieur électricien.

(A suivre.)



Les Laboratoires d'usines et d'électricité industrielle.

Il était habituel de citer l'organisation scientifique des usines allemandes. Nous avons connu aussi les bonnes méthodes de nos associés américains qui ont étudié dans leurs laboratoires industriels jusqu'au matériel humain (Taylorisation).

L'auteur nous montre ce qui a été déjà fait en France et indique ce que l'on pourra faire dans cet ordre d'idées.

LE LABORATOIRE INDUSTRIEL

Le dictionnaire de Larousse donne au mot « Laboratoire » la définition suivante : » Local muni des appareils, instruments. etc., propres à faire des opérations ou des expériences scientifiques. »

Cette définition s'applique, en réalité, aux anciens laboratoires d'alchimie et aux laboratoires actuels de chimie et de physique, tels que ceux qu'on rencontre dans nos facultés. Ils ne sont utiles que dans le domaine des sciences pures, et sont utilisés par des professeurs ou des savants.

On ignorait à peu près jusqu'ici, en France, ce que pouvaient être les nombreux établissements installés à l'étranger, notamment en Amérique, et outillés pour prêter une aide puissante aux différentes industries dont ils relèvent. Ils opèrent dans le domaine des sciences pratiques, et sont dirigés, en conséquence, par des ingénieurs.

Nous voulons précisément dire ici quelques mots de ces laboratoires industriels qu'on peut diviser en deux catégories :

1° Les laboratoires s'appliquant à la construction industrielle (usines de construction : construction de machines, d'objets manufacturés, etc.).

2° Les laboratoires s'appliquant aux exploitations industrielles (usines de production : exploitation de mines, de chemins de fer, d'usines à gaz, d'eau, d'électricité, etc.).

Nous citerons comme exemples le laboratoire moderne André Citroen, faisant partie de la première catégorie, et le laboratoire électrotechnique des chemins de fer de l'Etat rentrant dans la deuxième catégorie. Il existe à Paris deux Laboratoires officiels qui se rapportent indistinctement à ces deux divisions : le Conservatoire national des arts et métiers concernant plus particulièrement la partie mécanique et le laboratoire central d'électricité concernant la partie électrique.

Nous parlerons plus spécialement des laboratoires destinés aux exploitations industrielles qui sont plus complexes que les autres.

Toute *entreprise industrielle* doit tendre à produire le *plus possible, le mieux possible,* et *avec les frais les moins élevés.* Il y a pour cela nécessité à ce qu'un organisme spécial serve de lien entre les différents services que comporte une industrie de quelque importance et coordonne les efforts de chacun d'eux. Cet organisme est précisément le *laboratoire industriel.* Mais pour remplir son rôle il doit connaître les besoins de ces services, en même temps que les résultats obtenus par eux avec les modes de travail adoptés. Nous allons donc indiquer sommairement les rapports que le laboratoire doit avoir avec chacun de ces services qui sont en général les suivants :

Direction. — Etudes et travaux, ateliers, approvisionnement, exploitation. Laboratoire.

Direction. — Pour la direction, le laboratoire aura à traiter plus particulièrement les questions d'ordre général et les recherches scientifiques dont l'intérêt immédiat se rattache à la marche de l'industrie ou à son amélioration.

Il aura également à tirer des enseignements des études de détails faisant l'objet de travaux quotidiens qui se traduiront par des instructions que la direction aura à viser et à donner aux différents autres services.

***

Etudes et travaux. — Le laboratoire fera profiter ce service des connaissances pratiques qu'il a acquises dans les travaux antérieurs. C'est ainsi que, dans bien des cas, il pourra fournir des renseignements intéressants et précis concernant les détails d'un projet, ce qui permettra de réaliser ce dernier d'une façon beaucoup plus complète et plus adéquate aux besoins réels. Il fournira, de même, des indications sur les facilités nouvelles qu'il peut donner à l'exploitation pour améliorer les procédés ou les installations anciennes. Il aura encore à solutionner les questions d'ordre technique et veiller à ce que les règles générales qu'il aura fait adopter soient exactement suivies.

D'un autre côté il devra noter avec soin les idées intéressantes et les modifications heureuses



Fig. 1. — Laboratoire industriel d'électricité des chemins de fer de l'État.
(Ensemble du bâtiment.)

soumises par les études. Elles seront le point de départ de recherches nouvelles.

Plus sera grande cette collaboration, plus seront féconds les résultats obtenus.

***

Ateliers. — Les connaissances techniques du laboratoire doublées du fruit de l'expérience se superposant à la *pratique* de l'atelier conduiront toujours aux plus heureux résultats. Cette façon de faire permettra une amélioration constante des moyens de mise en œuvre, et pourra être précieuse pour les adaptations nouvelles. Enfin toutes les difficultés seront tranchées beaucoup plus vite et beaucoup plus sûrement pour le plus grand bien de la marche industrielle de l'entreprise.

L'atelier disposant d'appareils de mesures permettant de suivre la marche de ses machines et de ses travaux, le laboratoire aura à en faire périodiquement la vérification et l'étalonnage.

***

Approvisionnements. — Dans cette branche le laboratoire aura beaucoup à faire. Il devra examiner la valeur relative des produits qui sont proposés par les fournisseurs, de façon à les classer et à déterminer les offres les plus avantageuses.

Il aura à vérifier et à réceptionner dans les usines les matériaux et les machines en commande. Cela nécessitera la confection de cahiers des charges qui devront être aussi concis et précis que possible. Pour cela des essais et des études parfois de longue durée seront souvent nécessaires.

***

Exploitation. — Le laboratoire aura la vérification et le contrôle des machines et des installations dont dispose ce service.

Il aura également à réceptionner et à mettre en marche les installations nouvelles, avant que le service d'exploitation en prenne livraison. Il devra, en conséquence, constater que tout est conforme aux indications des marchés et aux clauses des cahiers des charges auxquels ces marchés se réfèrent. Ces réceptions donneront l'occasion d'enregistrer les défectuosités et les innovations heureuses de façon à en tenir compte dans l'avenir.

Le laboratoire devra, par ailleurs, recueillir soigneusement les critiques qui lui seront faites par l'exploitation concernant les installations dont

*



Fig. 2. — Laboratoire électrotechnique des chemins de fer de l'État.
(Salle de haute tension.)

ce service dispose. Elles seront étudiées immédiatement de façon à faire les modifications reconnues nécessaires et à éviter les mêmes erreurs ou les mêmes difficultés dans les travaux futurs.

Ce bref aperçu des liens qui doivent exister entre les différentes branches d'une entreprise industrielle montre que le laboratoire industriel doit être considéré comme un organisme d'études et de contrôle. Il ne peut surtout pas commettre l'erreur de ne plus voir en lui qu'un instrument essentiellement pratique et ne devant jamais aborder de problèmes purement scientifiques. Ce serait une grave erreur : tout laboratoire industriel ayant continuellement à résoudre de tels problèmes qui sont à la base même de son organisation. Ainsi, rien qu'en ce qui concerne le contrôle des appareils de précision, il est obligé de posséder un certain nombre d'étalons. Il doit, par suite, être à même de procéder à leur entretien et à leur vérification. D'où nécessité de disposer d'appareils scientifiques de toute précision. Tout laboratoire qui ne serait pas compris ainsi serait indigne de ce nom.

Ceci nous amène à parler de l'outillage et de l'organisation d'un laboratoire industriel :

La détermination du choix de cet outillage donne lieu à une étude difficile. Il faut, avant tout, se rendre compte des besoins des différentes branches de l'entreprise. Il faut aussi faire une liste de toutes les machines et de tous les appareils dont le laboratoire aura la vérification ou l'étalonnage. On pourra alors se rendre compte des sortes de machines à acquérir, de la puissance qu'elles doivent avoir et des caractéristiques qu'elles devront posséder. On opérera de même pour l'acquisition des instruments de précision.

Mais il ne faudra surtout pas oublier que toute entreprise industrielle doit, pour subsister dans les conditions économiques les meilleures, tendre à s'accroître constamment. Ce n'est pas, en effet, par une production restreinte avec un bénéfice élevé qu'une entreprise s'enrichit, mais, au contraire, par une production intensive avec un prix de revient le plus faible possible. C'est qu'en effet, l'outillage étant mieux utilisé, le prix de revient s'abaisse, ce qui permet de vendre à plus bas prix et tout en prenant un bénéfice moindre de gagner plus. Mais le bas prix de la vente fait le succès de l'entreprise ; et celle-ci obligée d'augmenter sa

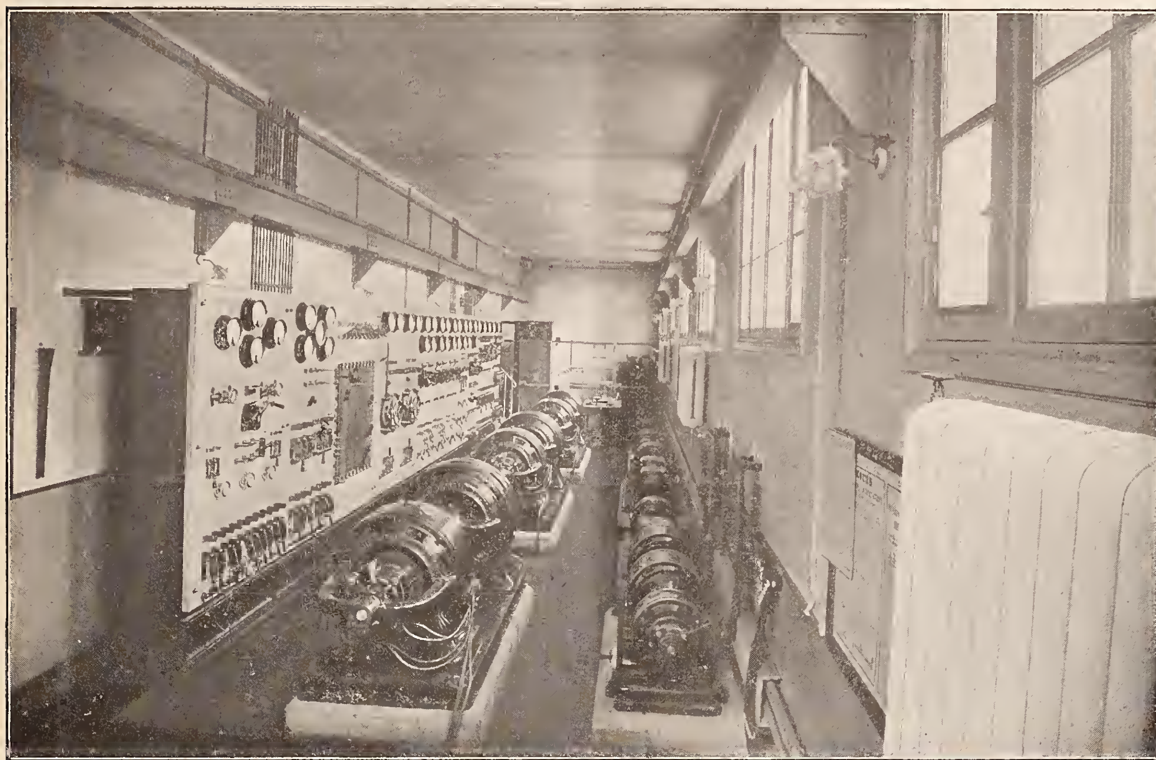


Fig. 3. — Laboratoire électrotechnique des chemins de fer de l'État.
(Une salle des machines.)

production peut vendre encore à meilleur marché de telle sorte que son avenir va constamment en grandissant.

Cette digression n'est pas inutile, car elle tend à prouver que, dans l'établissement d'un laboratoire industriel, il faut prévoir l'extension inévitable de l'entreprise, et, par suite, acheter tout l'outillage en conséquence. Mais ceci n'est pas suffisant; il faut encore pour certaines parties ménager un agrandissement possible. C'est alors qu'on s'occupera de la partie scientifique du Laboratoire. Le choix des appareils de précision, des étalons, devra se faire avec le plus grand soin. Ces appareils sont toujours très coûteux; on devra donc les choisir après mûre reflexion, et ne pas en exagérer le nombre. Mais, d'autre part, si un instrument quoique d'un prix élevé est appelé à rendre des services, il ne faudra pas hésiter à l'acquérir, contrairement à ce qui se passe souvent.

Nous devons dire maintenant quelques mots du bâtiment qui abritera cet outillage, ainsi que le personnel :

Ce sera toujours une erreur d'utiliser un local existant. Le bâtiment devra faire l'objet d'une étude détaillée où tout le matériel aura une place assignée à l'avance. Toutes les pièces devront être spacieuses et aérées et disposées pour la commodité des essais, aussi bien que pour la commodité du personnel. La situation n'est pas, non plus, indifférente ; il faut être dans un endroit privé de bruits et de trépidations pour pouvoir utiliser facilement les appareils de précision. Enfin, il faut pouvoir être à portée suffisante de tous les services de l'entreprise ; et pour éviter toute perte de temps, il sera indispensable d'établir avec ces derniers des relations téléphoniques étendues.

Nous arrivons inévitablement à parler du personnel que devra comprendre un laboratoire industriel ainsi conçu : il se composera de techniciens, d'agents d'exécution et d'aides.

Les techniciens seront des ingénieurs chargés d'entreprendre les études et les essais divers, de résoudre les problèmes et les questions de toutes sortes, de faire les réceptions, de procéder aux étalonnages et à la vérification des étalons. Ils seront spécialisés autant que possible.

Les agents d'exécution travailleront sous la direction de ces derniers, et pourront, en outre,

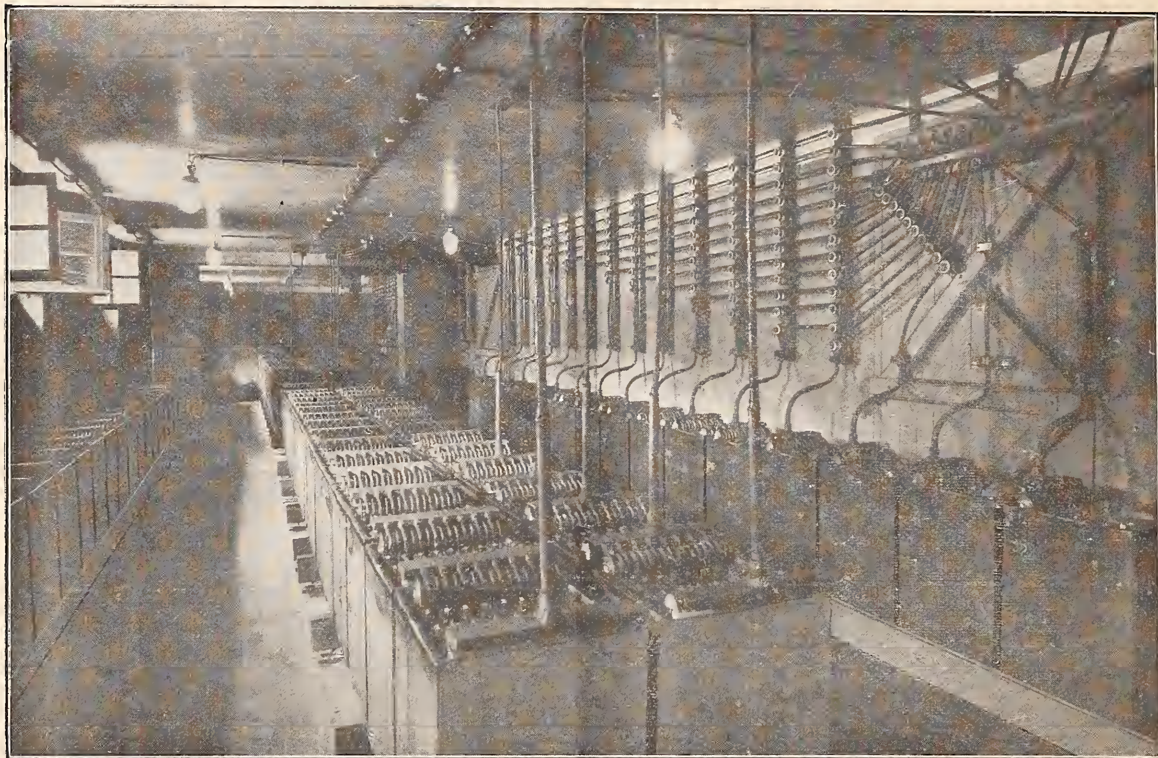


Fig. 4. — Laboratoire électrotechnique des chemins de fer de l'État.
(Une partie de la salle des accumulateurs.)

être chargés des travaux d'ordre pratique qui se renouvellent fréquemment.

Les aides ont dans un laboratoire des occupations nombreuses et variées, dont il serait oiseux de parler ici, bien que leur rôle effacé soit absolument indispensable.

Il faut ajouter à cela des agents pour la comptabilité, la correspondance, le classement, la documentation, etc...

Il est bon de dire ici que la question du personnel sera un écueil dur à franchir en France, mais il faut espérer que les renseignements récents et les exemples de l'étranger ne feront plus retomber dans les erreurs anciennes. Chaque agent doit, non seulement posséder les connaissances et les qualités requises pour les travaux qu'il a exécuter, mais il doit encore être capable de fournir un effort constant et souvent très grand. Il doit également avoir des dispositions d'ordre, de méthode et de patience indispensables pour mener à bien des travaux de longue haleine. En conséquence, il va de soi que ce personnel dont on exige des qualités spéciales soit traité au moins sur un pied d'égalité avec celui des services d'exécution ; s'il en était autrement le recrutement serait impossible. S'il apparaît, en effet, que ce sont seulement les gens des services d'exécution qui produisent, cela n'est qu'une apparence, et leur effort d'ordre plus matériel n'est certes pas supérieur à celui que doivent fournir les gens d'un laboratoire industriel.

Et puisque nous venons de parler de travaux de longue haleine, c'est encore une erreur que l'on commet souvent de croire que toute question posée au laboratoire peut être résolue instantanément, de même que toute étude peut être terminée dans un certain délai. Une condition essentielle pour qu'un travail entrepris ait une valeur réelle est que tout le temps nécessaire soit octroyé aux personnes qui en sont chargées. Telle étude demandera quelques jours, et telle autre des mois, voire même des années.

Nous recommandons très vivement de lire, en ce qui concerne ces derniers paragraphes, la mission aux Etats-Unis des fonctionnaires de l'administration des postes et télégraphes (mai à juillet 1917). Dans le compte-rendu, M. Pomey, ingénieur en chef des postes et télégraphes, nous montre la façon pratique et intelligente dont les

Américains opèrent et combien ils sont larges en ce qui concerne les idées que nous venons d'émettre. On y trouvera également des renseignements variés, ainsi que des descriptions du plus grand intérêt.

Nous avons un mot à ajouter sur l'organisation d'un laboratoire industriel. Tel que nous venons de le montrer ce serait encore un organe imparfait.

Les études, les essais, même ceux qui se répètent le plus souvent, exigent des moyens de mise en œuvre. Les vérifications des aparcils de laboratoire et les instruments de précision obligent fréquemment à les démonter pour les examiner et les remettre en état ; on ne peut songer à recourir aux constructeurs toutes les fois qu'une petite difficulté se présente. Enfin, il est souvent nécessaire d'exécuter des appareils qui sont le résultat d'études entreprises, ou de faire des modifications reconnues utiles à des appareils existants. Tout cela entraîne la nécessité d'adjoindre au laboratoire un petit atelier de précision.

On reculerait en général devant une pareille dépense, car on augmenterait ainsi les frais généraux de ce service d'une façon considérable. Mais il y a moyen de tourner la difficulté, en donnant à cet atelier une importance plus grande, et en le faisant coopérer aux besoins de l'entreprise. On le chargera alors des travaux de réparations des appareils de petite mécanique et de tous les appareils de précision, lesquels auront précisément besoin, après réparation, d'être réglés et étalonnés par le laboratoire.

L'atelier réclame, à son tour, comme complément indispensable, un petit magasin possédant un approvisionnement des matières premières les plus usuelles, ainsi que des pièces de rechange les plus habituellement employées.

Finalement on arrivera à cette conclusion inattendue qu'un laboratoire complété de cette façon ne sera plus uniquement une source de dépenses, car ces dernières seront couvertes, en partie tout au moins, par les gains que lui rapporteront son atelier. Il y a dans cette organisation, évidemment, une question de mesure et d'opportunité.

Alors que depuis la guerre seulement on a commencé en France à s'occuper véritablement du rôle scientifique des laboratoires dans l'industrie, dès 1898 un laboratoire industriel d'électricité avait été créé par M. Mazen, chef du service du matériel et de la traction aux chemins de fer de l'Etat, pour assurer le contrôle de toutes les installations électriques du réseau et pour étudier les différentes questions qui se posaient tant au point de vue des transports de force que de l'éclairage et de la traction. Les 4 vues que nous en donnons ont pour but de montrer combien un laboratoire industriel diffère, comme aspect, de ce qu'on a l'habitude de voir. Dans l'ordre où elles figurent ces vues représentent : l'ensemble du bâtiment la salle de haute tension, la salle des machines, une partie de la salle des accumulateurs.

Ce laboratoire modernisé permet d'effectuer des travaux variés et considérables de tous ordres. Il y a lieu d'espérer qu'à vingt années de distance l'exemple sera suivi par toutes les grandes entreprises industrielles. C'est une source de richesses dont la France a besoin plus que jamais, et dont ne saurait se passer la nouvelle organisation du travail pour la lutte de demain .

G. Lebaupin,
Chef du laboratoire électrotechnique des chemins de fer de l'Etat.

L'ampoule Coolidge. Les audions.

Les flammes et les corps incandescents émettent des *électrons* (électricité négative) : ce phénomène classique avait été remarqué depuis longtemps dans les lampes à incandescence (effet Edison).

Une application intéressante en avait été faite avant la guerre par Coolidge qui perfectionna ainsi les tubes à rayons X.

Dans l'ampoule Coolidge, le vide a été poussé aussi loin que possible. Sur un appareillage ordinaire, même avec une bobine fournissant un potentiel de 110 000 volts, il n'y aurait aucune décharge dans le tube qui serait beaucoup trop *dur*.

Mais la cathode est composée d'un filament de *tungstène* qui peut être porté à une incandescence plus ou moins grande au moyen d'un courant électrique auxiliaire (accumulateurs isolés, insérés dans le circuit de haute tension ou petit transformateur accessoire bien isolé).

Quand la cathode est incandescente, elle émet des électrons qui vont à l'anticathode positive, porteurs de charges négatives et qui forment le rayonnement cathodique, générateurs des rayons X par son choc sur un obstacle matériel quelconque.

Ce principe a permis de faire des ampoules très pratiques, ne nécessitant aucun régénérateur de vide et donnant intantanément le régime de fonctionnement approprié : rayons X rares et très *pénétrants* quand la cathode est peu chauffée.

Rayons X fournis, mais *mous*, quand le filament, très incandescent, donne une grande quantité d'électrons ; ce qui équivaut, en somme, à un ramollissement du tube, rendu ainsi beaucoup plus conducteur. Ce principe trouvera une application de plus en plus générale et donnera des solutions très élégantes à des problèmes autrefois presque insolubles.

Transporteurs et tracteurs électriques dans les ateliers.

L'adaptation des nouvelles conditions du travail dans les ateliers, notamment par suite de la réduction de la durée de la journée ouvrière, donne une importance encore plus grande à la question de l'outillage pour les transports et manutentions à l'intérieur des ateliers, usines, chantiers ou magasins.

Les manutentions intérieures devenant plus onéreuses du fait de la cherté croissante de la main-d'œuvre, il importe d'en organiser le mécanisme dans un but d'économie. De plus il est nécessaire, dans les circonstances actuelles, de prévoir un outillage permettant l'emploi de main-d'œuvre d'une capacité physique limitée : femmes et mutilés de la guerre.

Dans cet ordre d'idées, divers systèmes d'installations fixes, tels que les transporteurs à rouleaux ou à courroies, les « runways » ou chemins de fer aériens, emploient normalement l'électricité comme force motrice. Mais des changements de fabrication ont dû être effectués dans beaucoup d'établissements, même les plus considérables, d'abord pour répondre aux besoins de la défense nationale, ensuite en vue des productions d'après-guerre.

Au cours de ces transformations est apparu l'intérêt pratique d'engins de transport ne dépendant d'aucune installation fixe, tout en ayant une capacité de transport très élevée.

Parmi ces engins de principes nouveaux, pour la plupart d'origine américaine, on peut citer en premier lieu les transporteurs Cowan, ou « transveyors », dont la caractéristique principale est qu'ils ne constituent pas seulement un appareil, mais un *système*. Les établissements où l'on utilise les « Cowan » sont en effet munis de petites plate-

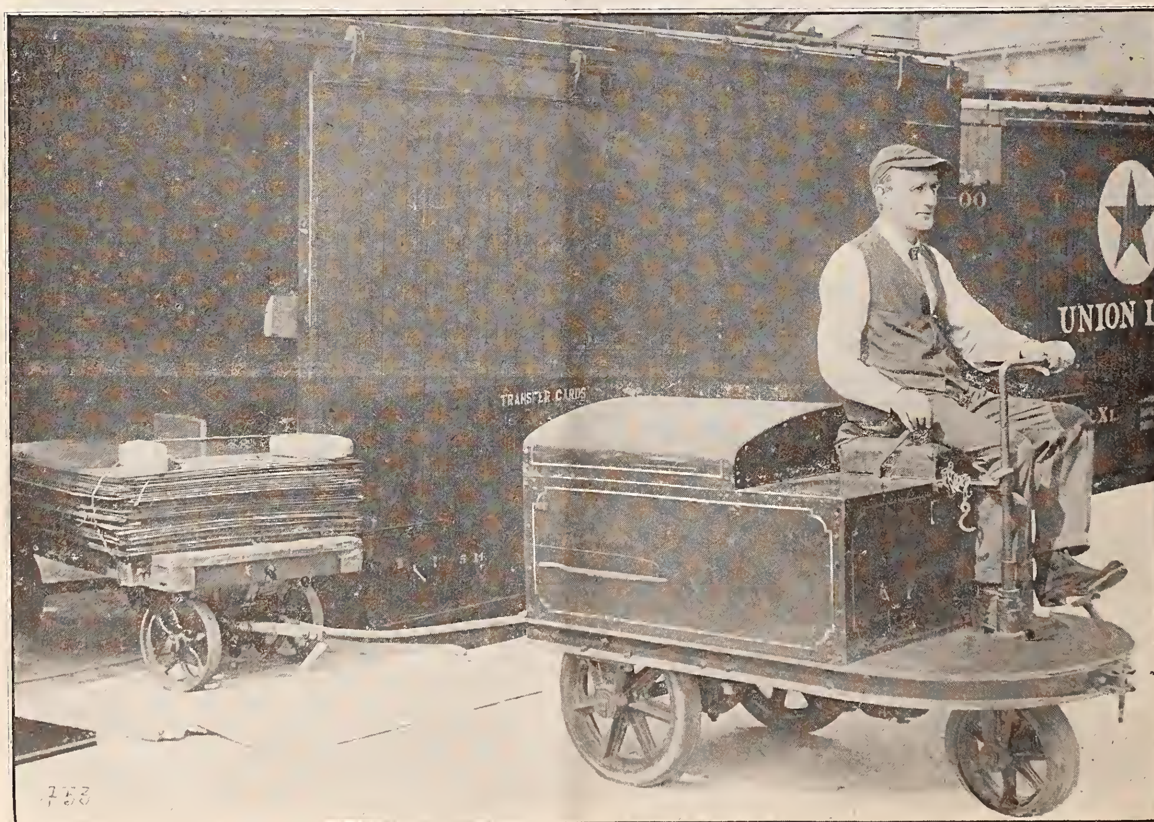


Fig. 1.

formes en bois sur lesquelles sont déposées et empilées les marchandises à transporter, au fur et à mesure de leur usinage, par conséquent sans manutentions spéciales.

Le chariot, qu'il soit à main ou électrique comme celui que nous allons décrire, est ensuite glissé sous la plateforme. Un système d'exhaussement, par vérin hydraulique dans les appareils à main, ou à moteur dans ceux électriques, effectue le soulèvement de la plateforme qui se trouve ainsi en état d'être transportée par le chariot. Celui-ci arrivé à destination, un déclanchement très simple produit l'abaissement de la plateforme, qui est ainsi reposée à terre sans avoir eu à subir aucune manutention pour ce transport. La main-d'œuvre est donc virtuellement supprimée.

Un tel « transveyor » peut soulever et transporter des charges atteignant 2000 kilos, avec un faible encombrement qui permet les opérations difficiles, comme de se charger directement d'une courant continu fonctionnant sous 24 volts et tournant à 1050 tours. La force motrice est fournie par une batterie d'accumulateurs contenue dans le caisson formant l'avant du véhicule. Deux types de ce véhicule existent avec les caractéristiques ci-après, déterminées par le poids utile transporté :

Poids transporté........	907 kg.	1800 kg.
Batteries d'accumulateurs :		
A — Eléments Edison. .		
Nombre...............	24	24
Capacité..............	150 A-H.	300 A-H.
Poids total du transporteur................	680 kg.	907 kg.
B. — Eléments Lead...		
Nombre...............	14	15
Capacité..............	158 A-H.	300 A-H.
Poids total	770 kg.	997 kg.

Ce système de transport par plateformes mobiles



Fig. 2.

batterie d'accumulateurs placée sous une voiture électromobile.

Monté avec un équipement électrique qui en assure la translation automobile, le Cowan « transmobile » permet ainsi d'effectuer la manutention et le transport de marchandises, même lourdes ou empilées, sans autre main-d'œuvre qu'un conducteur. Celui-ci peut d'ailleurs sans inconvénient être mutilé d'un bras ou d'une jambe !

Le transmobile est actionné par un moteur à

donne son plein rendement dans les établissements manutentionnant de grandes séries de pièces semblables, lourdes, mais régulières. Toutefois la faculté d'exhaussement étant limitée à quelques centimètres, ne permet l'utilisation de ce système que si l'on dispose d'un sol ou de chemins de roulement réguliers. Comme cette dernière condition est loin d'être la généralité des cas, nous allons examiner maintenant un système de tracteur électrique permettant encore le transport économique de

charges diverses ou irrégulières sur le sol plus ou moins uni des ateliers, cours ou chantiers.

Le tracteur électrique à accumulateurs « Mercury » a pour but la constitution d'un « train sans rail ». Les véhicules transporteurs peuvent être des voitures à bras, des wagonnets ou des chariots de construction quelconque. La seule condition requise est qu'ils soient montés sur trois ou quatre roues : deux roues rigides à l'arrière et roues directrices à l'avant. Un système d'accouplement par barres de direction assure le passage de tous les véhicules exactement dans les mêmes courbes que celles décrites par le tracteur lui-même.

Afin de permettre les manœuvres en espaces restreints, ces tracteurs se construisent avec un châssis à trois roues, pouvant passer dans des tournants très courts (rayon tournant total $1^m,42$). La batterie d'accumulateurs occupe ici toute la plate-forme du chariot. Le moteur électrique est commandé par un controller donnant trois vitesses avant et trois vitesses arrière, avec retour de sûreté automatique. En outre, un frein mécanique se trouve toujours en prise lorsque le siège du conducteur n'est pas occupé.



Fig. 3.

Ce type de tracteur à 3 roues peut remorquer une charge de 8 tonnes dans les conditions de sol très favorables ; en moyenne le travail normal est le remorquage de 2 à 4 tonnes, que la capacité de la batterie permet d'assurer sans recharge pendant une journée de service de 8 à 10 heures.

Pour la remorque de charges plus importante, comme la halage de wagons dans les gares, ou de bateaux sur les voies d'eau, il existe un type de tracteur Mercury plus puissant monté sur 4 roues. Les spécifications principales de ces 2 types de tracteurs sont les suivantes :

Traction à la barre.......	272 kg.	630 kg.
Poids, châssis seul........	594 kg.	639 kg.
Châssis, avec 30 batteries A-6 Edison........	907 —	
— 42 batteries A-8..............		952 kg.
Châssis, avec 16 batteries Lead Plate-Exide. .	968 —	
— avec 20 Plate-Exide.................		1068 —
Capacité................	8 à 10 tonnes	18 à 22 tonnes.

L. D. Fourcault,
Ingénieur, chargé de mission au Ministère des Régions libérées.

Les réseaux souterrains des villes bombardées.

Alors qu'il n'a jamais paru douteux que les usines électriques et les réseaux aériens des villes détruites par la guerre soient à reconstruire entièrement, du moins pouvait-on espérer tirer quelque parti des canalisations souterraines qui n'ont pas été atteintes directement par l'explosion des projectiles ou des mines. La question est notamment intéressante pour les câbles haute tension, qui représentent une valeur considérable.

Malheureusement, il ressort, des constatations faites par M. Grosselin à Reims, que l'on doit considérer les câbles haute tension des réseaux souterrains des villes bombardées comme entièrement hors de service. Les câbles de Reims, enterrés à une profondeur de $0^m,60$, n'ont pas, en général, été atteints par les explosions directes. Lorsqu'un trou d'obus se rencontrait sur la tranchée du câble, on constatait que celui-ci avait subi, sous le choc de l'explosion, un léger affaissement correspondant au tassement local du terrain. Le câble lui-même ne paraissait pas endommagé, l'armature de feuillard et le plomb étaient en bon état apparent. Mais au dépouillement on a trouvé l'isolement détruit par une série de craquelures de la matière d'imprégnation, perpendiculaires au sens du câble, et se retrouvant à intervalles d'environ 1 centimètre. Le mal est donc sans remède, et il paraît bien que la valeur des réseaux souterrains doive venir augmenter le montant des dommages des villes détruites par les bombardements.

L. D. F.



L'Electricité à la Ferme et au Château.

Le Congrès agricole, réuni à Paris en juillet 1919, a exposé, entre autres doléances, que la guerre avait diminué énormément les moyens de production : plus d'un million de cultivateurs français ont été tués ; la plus grande partie des chevaux et animaux de travail ont été réquisitionnés et sont perdus.

La motoculture s'impose plus que jamais : c'est un nouveau champ d'activité pour l'industrie électrique.

UNE QUESTION A L'ORDRE DU JOUR

La France, pays agricole, ne tire pas de son sol tout le parti qu'elle devrait en tirer. L'agriculture est la richesse permanente du pays.

« Labourages et pâturages sont les deux mamelles de la France », a dit Sully.

Or, les ressources de notre agriculture sont à l'heure actuelle, très déficitaires, notre production de blé a diminué de plus d'un tiers. Cela tient à diverses causes : manque de main-d'œuvre, taxes injustes qui ont détourné le paysan de la culture du blé, etc. Déjà avant la guerre notre production moyenne de blé à l'hectare était en 1912 de 1.380 kilogrammes (Belgique, 2.000, Allemagne, 2.600, Danemark, 3.000). Les causes de cette faible production, qui s'étend d'ailleurs à la plupart des produits de notre sol, est due à l'insuffisance d'engrais (dont la plupart sont réalisés par l'électrochimie) de l'insuffisance de machinisme, d'irrigation et de main-d'œuvre.

L'électricité est donc appelée à jouer en agriculture un rôle considérable.

Toutefois, jusqu'à présent, les applications mécaniques aux travaux d'intérieur de la ferme : élévation d'eau, battage sont seules entrées dans la pratique courante ; les applications aux travaux de culture sont encore à l'état d'exception et, quant à l'action de l'énergie électrique sur la végétation, elle est encore dans la phase expérimentale.

Aussi faut-il dès maintenant se mettre à l'œuvre afin d'arriver à créer et à mettre au point des appareils nouveaux pour la fin de la guerre, en particulier les appareils qui utilisent l'électricité.

L'hectare de terre arable représente, en supposant tous les travaux exécutés électriquement, une consommation annuelle de 150 à 200 kw-h.

Si l'on estime que la France compte 25 millions d'hectares ainsi cultivables, leur exploitation électrique représenterait 4 à 5 milliards de kilo-Batts-heure par année. Bien que ces chiffres soient illusoires, on aperçoit quel important débouché trouveraient nos lecteurs et les constructeurs d'appareils électriques pour le plus grand bien de notre agriculture.

* * *

La difficulté qui se présente lorsqu'on veut utiliser l'énergie électrique dans la ferme est son transport depuis le lieu de production jusqu'à la ferme. Seuls les très grands domaines produisent leur électricité. Il existe aussi quelques coopératives agricoles qui ont créé de petites usines électriques destinées à alimenter une certaine région agricole.

Il est probable que l'on verra un jour le territoire entier couvert d'un réseau très dense de lignes de transport mettant la force motrice à pied d'œuvre pour toutes les utilisations possibles. Mais pour le moment la clientèle agricole est disséminée et un très grand obstacle à la vulgarisation de l'électricité à la campagne est le prix d'établissement des lignes. En admettant un prix moyen de 5.000 francs par kilowatt, on voit de suite que la réalisation d'un programme d'ensemble coûtera très cher.

Le coefficient d'utilisation joue un grand rôle à cause de l'existence de frais fixes et, pour de faibles durées d'utilisation, ces dépenses fixes, qu'on néglige souvent, sont bien supérieures aux dépenses de combustible ou d'énergie électrique.

Le coefficient d'utilisation des appareils agricoles est de 40 à 200 heures par an ; il est en moyenne de 100 à 150 heures. Il peut s'améliorer, mais ne peut être comparé à ceux de l'industrie atteignant plus de 1.000 heures.

Or, des usines desservant seulement des consommateurs agricoles donnent forcément de mauvais résultats économiques comme la pratique l'a démontré. Il faut considérer la clientèle agricole actuelle comme une clientèle d'appoint à des usines desservant d'autres consommateurs.

* * *

La routine et le manque de connaissances mécaniques chez les paysans sont encore un grave obstacle à la vulgarisation des machines.

Dans certaines régions de la France, en particulier dans les pays de moyenne et de petite culture

ce manque de connaissances est général et le cultivateur n'a pas le moindre sens mécanique. Aussi arrive-t-il fréquemment que les machines ne sont pas entretenues, — on néglige très souvent même de les graisser, — donnent de mauvais résultats et s'usent rapidement. Il n'en faut pas davantage pour créer les préjugés contre la culture mécanique et retarder indéfiniment sa vulgarisation. Le métayage pur et simple est un obstacle capital au perfectionnement de la culture.

Le morcellement de la propriété est un inconvénient grave à son développement. Le petit propriétaire ou le petit métayer ne peuvent faire l'acquisition de machines dont ils n'ont pas une utilisation suffisante. Aussi beaucoup d'esprits envisagent-ils comme une nécessité le remembrement obligatoire des parcelles.

Dans les fermes où existe déjà un outillage important, un obstacle à l'emploi de l'électricité est précisément la transformation de cet outillage. Les appareils à bras doivent être munis d'importants réducteurs de vitesse pour être utliisés.

Si dans l'installation existe déjà un moteur à pétrole ou à vapeur on hésitera également à s'en débarrasser pour adopter le moteur électrique.

L'outillage de la ferme.

Les principaux appareils mécaniques que l'on rencontre dans une ferme sont à l'intérieur de la ferme : batteuses, écrémeuses, coupe-racines, hache-paille, broyeurs, meules, etc., auxquelles il est relativement facile d'adapter le moteur électrique, à l'extérieur de la ferme : charrue, herse, etc., auxquelles on n'a guère appliqué jusqu'ici le moteur électrique.

La batteuse est l'un des appareils de la ferme auquel le moteur électrique s'adapte particulièrement bien. La vitesse du batteur est d'ordinaire comprise de 1.000 à 1.500 tours par minute. La batteuse peut donc être commandée directement par un moteur électrique sans réducteur de vitesse. Les moteurs qui ont été employés jusqu'ici ont été surtout des locomobiles à vapeur ou des moteurs à pétrole, mais les moteurs électriques ont déjà donné des résultats satisfaisants.

La puissance demandée est très variable suivant le type de batteuse et avec une même batteuse, suivant la nature de la récolte, l'ouvrier engreneur, etc.

La puissance demandée par une batteuse peut varier de 1 à 2 chevaux pour les très petites batteuses, sans nettoyage, munies seulement d'un batteur, à 30 et 40 chevaux pour les batteuses à très grand travail. La puissance la plus ordinairement demandée est de 7 à 10 chevaux.

Les batteuses consomment presque autant d'énergie à vide qu'en charge, la consommation à vide dépassant généralement 80 % de la consommation en charge.

Il est pratiquement impossible de prévoir les quantités d'énergie nécessaires aux 100 kilogrammes de grain battu. Ce sont les batteuses les moins perfectionnées qui consomment le moins, c'est-à-dire les batteuses de 2 à 3 chevaux qui ne renferment qu'un batteur, sans appareils de nettoyage ou seulement des appareils très rudimentaires. Ces petites batteuses consomment de 300 à 500 watts-heure. Les batteuses perfectionnées qui renferment de nombreux appareils accessoires : secoueurs, ventilateurs, ébarbeurs, épierreurs, aspirateurs, etc., consomment de 500 à 1.000 watts-heure par 100 kilogrammes de grains.

Comme nous l'avons déjà dit on ne peut fixer de chiffres absolus, car la puissance demandée dépend d'un très grand nombre de facteurs.

C'est ainsi, par exemple, que la puissance demandée peut être doublée si la récolte est humide ou si l'ouvrier n'est pas habile.

Les appareils à couteaux, coupe-racines et coupe-paille, etc., absorbent une énergie très variable par 100 kilogrammes de matière traitée. L'énergie absorbée dépend de la longueur de la paille coupée et de l'épaisseur des tranches de racines. Elle dépend aussi beaucoup de l'état d'entretien des couteaux. La puissance demandée par ces appareils est d'ordinaire comprise entre 1/2 et 3 chevaux.

Les appareils à cylindre : concasseurs, broyeurs, aplatisseurs concassent, broient, aplatissent les grains, les tourteaux, les engrais. La puissance demandée par ces appareils dépend du degré de broyage et du réglage bon ou mauvais de l'appareil. Si le réglage est défectueux, la puissance demandée peut atteindre plusieurs fois la valeur normale.

Aussi il est indispensable, pour éviter les mécomptes venant de ce fait, de déterminer largement les moteurs employés pour la commande de ces appareils ainsi que les lignes qui les alimentent.

Ces appareils nécessitent une vitesse assez élevée, 4 à 500 tours par minute, et s'accommodent donc bien du moteur électrique.

Les appareils de laiterie comprennent principalement les écrémeuses et les barattes. Dans l'écrémeuse le bol tourne à 5 ou 6.000 tours par minute ce qui nécessite la multiplication des vitesses par 100. Cet appareil s'accommodera donc fort bien de la vitesse élevée du moteur électrique, mais la puissance demandée est toujours faible, 0,25 à 1 kw.

Dans les fermes ordinaires cet appareil est utilisé de 1 à 2 heures par jour, le matin et le soir après la traite.

Les appareils employés dans les laiteries ont une utilisation bien plus grande.

Dans beaucoup de régions boisées les scies circulaires et les scies à ruban sont très employées pour l'exploitation des bois. Mais dans ces régions c'est la locomobile à vapeur qui est surtout en faveur, car elle peut se déplacer en forêt et elle est chauffée avec des déchets : écorces, copeaux, sciures, qui ne coûtent rien. Toutefois dans les fermes on a aussi adopté le moteur électrique pour actionner des scies circulaires et des scies à ruban destinées à débiter les bois en grumes, en planches, madriers, etc., pour les usages de la ferme et aussi pour débiter en rondins le bois à brûler.

***

Il est une autre application qui dans certaines régions a une importance considérable. C'est le pompage de l'eau pour arrosage et irrigation.

Ici la pompe centrifuge est tout indiquée, car elle peut être accouplée directement au moteur électrique. Dans le Midi, les exemples de ce genre d'application sont très nombreux et on peut dire que l'arrosage et l'irrigation ont contribué largement à la vulgarisation de l'emploi de l'électricité. Les pompes ont d'ailleurs un très bon coefficient d'utilisation, car elles peuvent travailler en dehors des heures d'éclairage; aussi les secteurs électriques se sont empressés de donner satisfaction à cette clientèle.

Le labourage mécanique.

Les moteurs que l'on peut employer pour le labourage sont à vapeur, électriques ou à pétrole. La charrue est à soc simple ou multiple ou à outils rotatifs.

La manière de travailler avec les outils rotatifs est absolument différente de celle qu'on emploie avec la charrue.

Pour le moment trop d'éléments sont inconnus dans cet outil pour qu'on puisse envisager la généralisation de son emploi. Nous nous tiendrons donc à la charrue.

La charrue agit par traction à la vitesse d'avancement d'environ 1 mètre par seconde.

L'effort de traction demandé dépend de la profondeur du labour. D'après M. Leclerc il serait proportionnel au carré de la profondeur. L'effort de traction par décimètre carré de section de labour est variable avec la nature du sol; il peut être considéré comme atteignant 50 à 80 kilogrammes. Ces chiffres ne sont que grossièrement approximatifs. L'effort de traction dépend essentiellement de la nature du terrain.

Certaines charrues à vapeur demandent un effort de traction de 2.000 kilogrammes. Ceci explique que l'on atteint très vite la limite d'effort pour les attelages de labour.

La traction de la charrue peut s'exercer de deux manières :

Ou bien l'appareil de traction est fixe pendant qu'il tire la charrue par un câble, ou bien cet appareil se déplace en remorquant la charrue derrière lui.

Dans le premier cas la charrue est tirée alternativement par deux treuils qui se font vis-à-vis, chacun restant immobile pendant qu'il tire, et se déplaçant dans ses périodes de repos de la largeur correspondant au double passage de la charrue.

Les appareils agissant par traction directe, comportent deux catégories :

Les uns sont des appareils automoteurs dans lesquels les pièces travaillant le sol sont montées sur le tracteur lui-même.

Les autres sont des tracteurs distincts auxquels on attache des charrues et qu'ils remorquent comme le feraient des attelages.

Une troisième classe d'appareils que l'on peut appeler mixtes, comprend les tracteurs-treuils et les haleurs.

Le tracteur-treuil comporte un tambour à câble. Tant que l'effort de traction est inférieur à une certaine limite, il agit comme tracteur simple, remorquant la charrue pendant qu'il avance lui-même. Si la limite est dépassée, il avance seul en déroulant le câble auquel la charrue est attachée, puis s'arrête quand il est au bout, se cale automatiquement sur des patins d'encrage, hale la charrue derrière lui et recommence à avancer par bonds successifs quand la charrue est arrêtée près de lui.

Le tracteur-toueur se hale sur un câble déroulé au préalable sur le sol et passant sur des poulies motrices portées par le haleur. La charrue est attelée au toueur. Ce dernier appareil est susceptible de rendre de grands services.

Avec le tracteur, l'effort de traction dépend uniquement de l'adhérence de l'appareil au sol qui est fonction de l'état du sol et des pièces d'adhérence montées sur les roues et surtout du poids du tracteur. Si l'emploi des tracteurs est admissible dans les labours peu profonds, 15 à 18 centimètres, il ne faut pas y songer pour les labours à betterave de 30 à 35 centimètres.

En principe, l'emploi du treuil est donc plus général que celui du tracteur.

F. Gibon,
Ancien professeur d'agriculture,
Président de l'Amicale des électriciens diplômés
du Conservatoire des Arts-et-Mésiers.

CONSEILS PRATIQUES

aux industriels et aux élèves des Écoles techniques.

PETITS PROBLÈMES D'ÉLECTRICITÉ

Sous cette rubrique, nous aborderons les petits problèmes qui se posent journellement, non seulement à l'ouvrier électricien dans l'exercice de son métier, au petit industriel dont les outils sont mus électriquement, à l'amateur qui se divertit, mais à tous ceux qui consomment de l'électricité, et ils sont légion.

La bicyclette et l'automobile ont développé au plus haut point le goût de la mécanique, personne n'hésite plus à démonter complètement une bicyclette et à la remonter; on effectue des réparations, on change soi-même des pièces usées, on règle sa machine.

L'automobiliste, dont le métier, pour le plus grand nombre, n'a rien de commun avec le maniement d'une clef à molette, n'hésite plus, en cas de panne, à ouvrir son coffre à outils et, s'il est en villégiature, loin de tout centre industriel, il entreprendra souvent un démontage laborieux, faisant ainsi preuve d'initiative et adoptant, pour se tirer d'embarras, une solution hardie, — quelquefois, d'ailleurs, hasardeuse.

Nous trouvons cela tout naturel et personne ne s'en étonne; au fond, la nécessité nous rend ingénieux.

Voilà pour la mécanique; en est-il de même pour l'électricité? Pas encore, évidemment; mais on peut affirmer que cela viendra quand, de développement en développement, l'électricité aura pris une place de plus en plus considérable dans la vie domestique; car alors, nous la verrons appliquée d'une façon générale à tous les usages de la vie courante, non pas seulement à la lumière, mais aussi à la chaleur, par la cuisson des aliments, le chauffage et le séchage; à la force motrice, pour la préparation des matières alimentaires, pour le lavage de la vaisselle et du linge, le repassage de ce dernier, pour le nettoyage, la manutention, la ventilation, la couture, l'élévation de l'eau, par l'horlogerie et la fermeture des portes, etc., voire même à l'électrolyse, pour la préparation de certains produits.

Par la force des choses, nous nous habituerons peu à peu à vivre au milieu de toute cette mécanique électrique, à la maintenir en bon état d'entretien, à la vérifier, à y introduire au besoin quelques petites modifications, enfin et fatalement, à *la réparer* par nécessité immédiate et dans la mesure de nos moyens.

C'est à cette époque que se poseront à tous les mille petits problèmes d'électricité que nous saurons alors résoudre, car nous serons tous devenus plus ou moins électriciens, de même qu'aujourd'hui, tout le monde est un peu mécanicien.

Néanmoins, il ne faut pas se dissimuler que les difficultés à résoudre sont d'un tout autre ordre que celles que l'on rencontre dans l'étude d'un mécanisme pour la compréhension duquel les notions élémentaires de force, de levier, de travail, nous sont familières, où les pièces mécaniques que nous voulons remplacer ou réparer ont des dimensions géométriques que nous savons mesurer

Il n'en est pas tout à fait de même si nous examinons un système électrique et, pour ne citer qu'un exemple, la mesure d'une résistance n'est évidemment pas encore d'usage courant.

Tout le monde peut-il acquérir les notions de mesures électriques qui sont à la base de tout problème d'électricité? Nous en sommes persuadés, et au risque de paraître un peu paradoxal, nous voyons très bien l'époque où, à côté de la balance, du poids et du mètre, chacun aura chez soi, par nécessité, quelques appareils pratiques de mesures électriques.

Nous n'hésiterons donc pas, en traitant les petits problèmes qui se présentent journellement dans la pratique, à y introduire un peu de précision et à y effectuer chaque fois que nous le pourrons de véritables mesures.

Ces quelques mots de préambule nous ont paru nécessaires pour indiquer l'esprit dans lequel nous allons aborder ces problèmes, voir même ceux que nos lecteurs voudront bien nous poser; entre temps nous essaierons de construire pour notre usage quelques instruments de mesure.

Avons-nous besoin de dire que nous n'avons nullement la prétention de donner des leçons aux électriciens qui connaissent leur métier?

Non, bien évidemment; nous nous adressons au grand public, au consommateur qui a bien un peu le droit, lui, de savoir ce dont il retourne et nous nous efforcerons de nous mettre à sa portée.

Mesure et calcul d'une résistance.

Application à la réparation d'un rhéostat.

1er Problème. — A la suite de l'arrêt brusque d'un moteur électrique actionnant une pompe, on constate que le rhéostat de démarrage a besoin d'une réparation; l'une des résistances en maillechort dont il est composé est détruite.

On demande comment effectuer une réparation de fortune en utilisant, pour remplacer la résistance hors d'usage, soit du fil de ferro-nickel, soit encore, si cela est possible, du simple fil de fer très facile à se procurer.

C'est bien là un de ces problèmes qui se rencontrent fréquemment dans la pratique, et pour cause, car vous avez déjà remarqué que le rhéostat que nous avons à réparer est destiné à un moteur électrique actionnant une pompe. Nous l'avons indiqué d'ailleurs intentionnellement dans notre énoncé. Vous savez, par expérience, que la mise en route de la pompe ne peut pas se faire instantanément sous peine de faire sauter le coupe-circuit, qu'il faut arrêter la manette du rhéostat quelques secondes sur chaque plot, — précaution élémentaire pour augmenter progressivement l'allure de la pompe jusqu'à sa vitesse de régime; il en est résulté une fatigue du rhéostat qui a amené, à la longue, la destruction d'une des résistances, d'où l'arrêt de notre moteur.

Voilà donc notre problème posé. Nous devrons, pour le résoudre avec méthode, aborder les points suivants ;

1° Localiser la résistance détruite et, pour cela, exa-

miner notre rhéostat, le démonter et tracer, sous forme de schéma, les connexions intérieures.

2° Mesurer les résistances non détruites.

3° Déduire de cette mesure la valeur de la résistanee à remplacer pour remettre le rhéostat en état de marche.

Calculer les dimensions de la résistance de remplacement construite en ferro-nickel ou en fer, suivant le métal dont nous disposons.

4° Effectuer la réparation et procéder à un essai de mise en marche.

Examinons sueeessivement chacun de ces points, en commençant par nous rendre compte de la façon dont est eonstitué notre rhéostat.

1° Disposition schématique du rhéostat, localisation de la résistance détruite.

Notre rhéostat est un appareil du type courant; nous le connaissons tous au moins par sa forme extérieure.

Notre modèle comporte, fixés sur une plaque de marbre, 7 plots et 1 plot de repos en fibre isolante, pour la position d'arrêt; 3 bornes-écrous permettent d'effectuer les connexions avec le secteur, d'une part, et le moteur, de l'autre.

Au point de vue eonstructif, la plaque de marbre est boulonnée sur un eadre en fonte qui supporte les résistances, en forme de ressorts à boudin, isolées du cadre par des manchons en porcelaine.

Chaque résistance est reliée à la suivante par un serre-fil à vis, et les connexions avec les plots du rhéostat sont assurées par des fils conducteurs isolés sous double tresse de coton; nous apercevons nettement sur la figure 1 tous ces détails de construction et même nous voyons les extrémités de la résistance détruite et qu'il s'agit de remplacer.

Prenant du papier et un crayon, nous établissons notre sehéma; pour eela, nous représentons les 7 plots et le plot mort, et nous étalons symboliquement les différentes résistanees sur notre croquis pour suivre plus aisément le pareours du eourant et nous rendre compte du fonetionnement de l'appareil.

G. Verney,
Chef du laboratoire et travaux pratiques d'électricité au Conservatoire des Arts et Métiers.

++++++

INFORMATIONS. REVUES. ANALYSES

++

Choix de la puissance d'un moteur d'atelier.

On est souvent embarrassé pour équiper électriquement une machine-outil non seulement au point de vue de la nature du moteur sur lequel il convient de porter son choix, mais surtout sur la puissance qu'il convient de choisir.

Dans la plupart des cas, lorsqu'on achète une machine-outil à commmande électrique, elle est munie de son moteur, mais le constructeur de la machine n'est généralement pas un électricien. Il a équipé sa machine « au sentiment » d'un moteur électrique bon marché, construit en série et dans la pratique on s'aperçoit à l'usage que le moteur est une source d'ennuis.

Dans d'autres cas non moins fréquents, les industriels sont conduits à modifier complètement leur outillage par suite des progrès de la science ; c'est ainsi que l'emploi des aciers spéciaux permet d'arriver à des vitesses de travail absolument inconnues jusqu'à ce jour. Dans ces modifications, l'équipement électrique s'impose encore.

Sans qu'il soit possible de donner ici des règles absolues pour la détermination de la puissance du moteur, nous admettrons que l'on peut compter par kilogramme de copeaux enlevés dans l'acier demi-doux présentant 55 kgs de rupture à la traction :

20 à 25 000 kgms pour les tours.
30 à 40 000 — pour les raboteurs, étaux limeurs et appareils similaires.
40 à 60 000 — pour les fraiseurs.

On ajoutera 15 à 20 0/0 pour la puissance nécessitée par l'outil lui-même.

Prenons donc en chiffres ronds 50 000 kilogrammètres en moyenne par kilogramme de copeau. Comme un cheval-vapeur vaut 270 000 kilogrammètres, on voit que l'on peut compter approximativement sur 6 à 8 kilogrammes de métal réduit en copeaux par cheval ou encore 10 kgs par kilowatt.

Cette règle très simple permet dans la plupart des cas de déterminer la puissance d'un moteur des machines-outils les plus nouvelles.

(Wireless World).

++

Pour les amateurs de T. S. F.

Directeur réglable magnétiquement.

Prenons les détecteurs à cristaux en général, ils ont tous un grave défaut. J'ai souvent remarqué des opérateurs qui invariablement prenaient la coupe de cristaux entre le pouce et l'index pour la mettre au point.

D'autres sont forcés de réajuster leurs cristaux pendant une comunication. Une grande partie de ces désagréments vient de la façon dont les connections sont faites parce qu'ils forment un nouveau circuit fermé. Dans beaucoup de cas les opérateurs remarquent que de couper brusquement le courant du potentiomètre suffit à dérégler le détecteur.

La première installation pour préserver les cristaux de ces oscillations est la suivante. Le cristal supérieur était compètement soulevé au-dessus de l'autre par un interrupteur mécanique manœuvré à la main. Lorsqu'on désirait s'en servir, le godet était redescendu dans sa position première et arrêté par un repère au point voulu. Il est inutile de faire remarquer combien eette méthode est défectueuse.

Le montage suivant semble réunir les qualités requises : Sur la base du détecteur est fixée une armature de fer sur laquelle on visse un petit électro-aimant ; la tige supportant le godet supérieur est mise au point à l'aide de la vis de réglage C. Les godets sont différents des supports ordinaires parce qu'ils sont à vis. Le socle est en ébonite avec des pieds de caoutchouc pour absorber les vibrations.

La manœuvre de l'instrument est la suivante : au moyen de la vis A, le cristal supérieur est rapproché à un centimètre à peu près du godet inférieur B. Au moyen de la vis C, les cristaux sont presque mis en contact. L'électro-aiant est mis en série avec un accumulateur et une résistance variable. La résistance est alors diminuée jusqu'à ce que les cristaux soient exactement réglés. L'électro-aimant n'absorbe qu'une faible portion d'un ampère. La mise au point est facile, car la pression est très graduellement donnée. S'il est nécessaire de « couper » rapidement, on rétablit brusquement la résistance et les cristaux se séparent. Pour les remettre au point, il suffit de ramener la manette du rhéostat à son point de départ. La seule précaution à prendre est que la résistance soit suffisante pour ne pas redonner le courant trop brusquement. Dix minutes de manipulation de l'appareil suffisent pour en connaître le maniement.

(Electrical Review).

L'emploi de l'électricité dans les mines d'anthracite.

La production d'anthracite aux Etats-Unis pendant les cinq dernières années a été la suivante :

Années.	Tonnage brut total.
—	—
1913	81 809 000
1914	81 580 000
1915	79 803 000
1916	78 406 000
1917	89 720 000

Les gisements non exploités étant en grande partie en la possession des producteurs importants, peu de mines nouvelles ont été ouvertes dans ces dernières années.

Dans les bassins de charbon bitumineux, au contraire, il y a beaucoup de propriétaires indépendants, et lorsque l'industrie houillère prospérait, beaucoup de compagnies nouvelles mettaient en exploitation de nouvelles mines et y appliquaient la commande électrique, surtout en raison du moindre prix de revient qu'exigeait l'installation du matériel.

Le résultat économique était tel que les anciennes mines exploitées à la vapeur se trouvaient contraintes à *s'électrifier*, même lorsqu'il était nécessaire de mettre au rebut un matériel à vapeur coûteux.

Voici quelques résultats relatifs à des mines de charbon électrifiées :

	Année 1914-15. Exploitation à la vapeur.	Année 1916-1917. Exploitation à l'électricité.
	—	—
Coût de l'énergie produite	235 000 fr.	108 000 fr.
Coût du chauffage		43 500
Total	235 000 fr.	151 500 fr.
Tonnage de charbon extrait	343 695 t.	435 073 t.
Prix de revient par tonne	0 685 fr.	0 348 fr.

Comme la valeur du charbon brûlé dans l'exploitation à vapeur a plus que doublé et que la quantité de charbon extraite par homme et par an est passée de 540 tonnes à 647 tonnes, on comprendra que les chiffres ci-dessus ne représentent encore qu'une partie de l'économie réalisée.

Voici d'autres chiffres intéressants relatifs au prix de revient de l'électrification, à l'énergie consommée, etc.

	Mine n° 1.	Mine n° 2.
	—	—
Tonnage brut annuel	641 533	670 000
Energie consommée en kw-h.	2 312 195	3 477 876
Puissance en kw.	870	1 135
Facteur de charge. annuel	30,4	35
Kilowatt-heure par tonne extraite	3,6	5,2
Kilovolt-ampère des transformateurs installés	2 000	3 500
Chevaux installés	2 400	2 535
Coût de l'électrification	672 000	1 625 000
Coût par cheval installé	279	640
Pourcentage des k-h. de pompage.		50
Profondeur moyenne de la mine	198 m.	244 m.

La mine numéro 2, avec une installation de chaudières de 800 chevaux, consommait 900 tonnes de charbon par mois et a pu affecter onze hommes à d'autres travaux. L'extraction sera, dans la suite, grandement augmentée, car le capital ci-dessus comprend un matériel supplémentaire, non encore en activité.

Il n'y a pas eu de pompage à la mine numéro 1, ce qui explique la faible quantité d'énergie par tonne extraite.

Les chiffres réunis par l'auteur indiquent qu'une dépense de 12 kw-h. par tonne brute extraite est la valeur moyenne pour une mine d'anthracite. Cette valeur varie largement selon la profondeur de la mine, la quantité d'air nécessaire à la ventilation, la quantité d'eau à pomper et la hauteur de refoulement et le travail nécessaire pour la préparation du charbon.

Les données recueillies, il y a trois ans, dans plus de cinquante mines de charbon bitumineux ont montré que la dépense moyenne en kw-h. par tonne brute extraite était 3,57.

La faiblesse relative de l'énergie requise pour l'extraction du charbon bitumineux est due à différentes causes, parmi lesquelles on peut mentionner la profondeur de la mine. Les mines de charbon gras sont, dans bien des cas, situées à *flanc de coteau*, de sorte que le charbon est amené à la surface par des voies en palier, et de ce point est déchargé dans les wagonnets par pesanteur, tandis que la profondeur des mines d'anthracite varie de 100 m. à 300 m. environ, et il faut élever tout le charbon jusqu'à la surface et de là au concasseur.

Dans une houillère, 2,5 p. 100 des hommes ont été rendus disponibles par l'électrification. On

emploie dans la région de l'anthracite 150 000 hommes. Si 2,5 p. 100 d'entre eux deviennent disponibles, cela fait un total de 3750 hommes supplémentaires qui seraient employés à extraire le combustible. Chaque homme produit 550 tonnes par an, de sorte qu'on obtiendrait un supplément de

$$550 \times 3750 = 2\ 062\ 500 \text{ t.}$$

Le supplément de charbon obtenu par l'électrification totale serait donc :

$$8\ 007\ 000 + 2\ 062\ 500 = 10\ 069\ 500 \text{ t.}$$

Le prix de revient de cette production supplémentaire peut s'évaluer ainsi :

Energie supplémentaire en kw-h	861 652 000
A 40 p. 100 de facteur de charge, ceci représente une puissance électrogène installée de..................	394 000 kw.
Prix de l'installation à 375 fr. par kw	148 000 000 fr.
Lignes de transmission et de distribution, 400 km. à 15 600 fr	6 250 000
Sous-stations et installations minières, 900 000 chevaux à 200 fr. par cheval	180 000 000
L'économie réalisée serait de 10 069 500 tonnes de charbon à 10 fr. par tonne	100 695 000
Réduction des frais d'entretien 0 fr. 35 par tonne, portant sur 70 millions de tonnes.	24 500 000
	125 195 000 fr.

(*Proceedings of the A. I. E. E.*, octobre 1918).

++++++++

Les vases poreux des piles Leclanché peuvent être régénérés.

++

La rareté des *matières premières* depuis la guerre, et le coût *de la main-d'œuvre*, commandent à tous des devoirs de stricte économie.

L'utilisation des restes doit être faite quand c'est possible : la télégraphie et la téléphonie usent beaucoup de piles du genre Leclanché.

Des essais ont été effectués sur des éléments dont le dépolarisant était constitué de volumes égaux de manganèse à 85-90 pour 100 de pureté et de charbon concassé, le tout tamisé de façon à en éliminer la poussière et les morceaux trop volumineux. Le vase poreux était placé dans un vase en verre, renfermant une solution saturée de sel ammoniac.

Un élément de l'espèce, mis en circuit avec un repeater de 1000 ohms de résistance, a une durée de dix à quinze mois. L'augmentation du prix des vases poreux à partir de 1914, et la difficulté de les obtenir de bonne qualité et suivant les spécifications habituelles, — la pyrolusite fut même introuvable pendant quelque temps, — amenèrent à penser qu'il serait économique de nettoyer les vases poreux, soit simplement sans en faire le démontage, soit en en descellant les têtes, en en lavant les constituants séparément et en les réassemblant.

Ni l'une ni l'autre méthode ne donnèrent des résultats satisfaisants, et la deuxième était très coûteuse.

Des vases poreux mis en service furent alors traités au moyen d'acide chlorhydrique de concentrations différentes. Après quelques expériences, la solution qui fut trouvée la plus avantageuse était composée d'une partie d'acide chlorhydrique pour cinq parties d'eau; on obtint cependant encore des résultats satisfaisants avec une solution plus faible. Les vases poreux à régénérer étant placés dans les bocaux Leclanché, la solution préindiquée y est versée de façon que la solution monte jusque près du bord du vase. On laisse le tout dans cet état vingt-quatre heures : après quoi, le vase poreux est lavé et plongé quarante-huit heures dans de l'eau pure, en changeant l'eau après vingt-quatre heures. L'élément est alors prêt à être utilisé comme un neuf.

La solution décrite plus haut peut servir trois ou quatre fois, mais on doit ajouter chaque fois une certaine quantité de nouvel acide, de façon à suppléer aux pertes.

Les résultats obtenus furent encore plus satisfaisants en traitant les vases poreux comme il est dit plus haut, avant qu'ils soient mis hors d'usage, notamment quand le voltage de l'élément à circuit ouvert était tombé à 1, 2-1, 1 volt.

On peut réaliser une autre économie avec les piles Leclanché en utilisant l'intérieur de piles sèches épuisées comme vases poreux; de très bons résultats ont été obtenus ainsi. L'élément sec est débarrassé de son enveloppe de zinc, et éventuellement de la masse gélatineuse qui s'y trouve. On vernit alors le dessus du sac et la tête du crayon de charbon ou bien on les enduit de bitume pour éviter la formation de sels grimpants et le tout est mis dans un vase Leclanché pourvu d'un bâton de zinc ordinaire et de sel ammoniac. Si le vase poreux ainsi constitué ne donne pas de résultats satisfaisants, on le traite à l'acide chlorhydrique comme plus haut, mais pendant un temps plus court.

On peut estimer que la valeur d'un vase poreux régénéré ou d'un intérieur d'élément sec épuisé utilisé comme matière active est de moitié ou de deux tiers d'un vase poreux neuf.

(*Railway Gazette*).

++++++++

Brevets anglais.

++

ELECTRICITE

119.081. — S. A. Pollock. — Perfectionnements aux appareils de conversion des courants alternatifs en courant continu.

119.081 et 119.089. — S. Osram-Robertson et Lamp Works. — Perfectionnements aux tubes à vide employés en T. S. F.

119.099. — A. W. Brown. — Appareils d'alarme.

119.100. — F. La Roche. — Electrodes pour batteries d'accumulateurs.

119.105. — M. J. Ralling et T. Taylor. — Lampe électrique portative du genre des lampes de mines.

119.117. — O. Bertoya. — Mode de préparation du tungstène.

119.119. — N. Mac Lean. — Appareils adaptateurs pour prises électriques murales.

119.164. — S. E. Sieurin. — Mode de fabrication des électrodes électriques de fours.

119.178. — Fuller's Wire and Cable C° et G. Fuller. — Perfectionnements à la fabrication des câbles électriques.

119.192. — Edison Accumulator C° et J. F. Monnot. — Perfectionnements aux véhicules électriques.

119.196. — P. Cahill et P. J. Cahill. — Supports de lampes anti-vibrateurs, pour brûleurs et lampes électriques.

119.200. — F. A. Sheppard et Brazil, Streaker, and C°. — Perfectionnements aux appareils et méthodes d'électrolyse.

119.220. — Ajax Metal C°. — Fours à induction à haute fréquence.

119.228. — A. D. Keene (et General Electric C°, E. U. A.). — Fours à électrodes à réglage automatique.

119.229. — Alpha Products C° (A. et M. Hirsch). — Préparation du cérium par électrolyse de ses sels.

119. 230. — Brown Boveri et Cie. — Perfectionnements aux transformateurs électriques.

119.234. — T. F. Baily. — Four électrique à résistance pour la fusion des métaux.

119.236, 119.237 et 119.238. — L. Bradley. — Perfectionnements aux appareils pour le traitement électrique des gaz et vapeurs.

119.243. — A. R. Linblad. — Four électrique pour la production des cyanures et nitrates.

119.279. — E. H. Jones. — (Addition au brevet anglais 14.468 de 1915). — Electrodes pour la soudure à l'arc électrique.

119.293. — L. Newitt et Callendar's Cable and Construction C°. — Joints pour câbles électriques.

119.302. — J. E. Kievits et Kynoch Ltd. — Eléments de résistance pour fours électriques.

119.341. — P. S. Gomez. — Perfectionnements aux systèmes et appareils de télégraphie et téléphonie simultanées, systèmes duplex, etc.

119.345. — British Thomson-Houston C°. — Perfectionnements aux appareils et méthodes de protection des circuits électriques.

119.351. — British Thomson-Houston C°. — Perfectionnements aux coupe-circuits électriques.

119.365. — British Thomson-Houston C°. — Perfectionnements aux amplificateurs de T. S. F. du genre Audion.

119.370. — Taylor, Tunicliff et Cie et Scrivener. — Perfectionnements aux appareils de transmission téléphonique.

119.405. — Ingranic Electric C°. — (Cutler Hammer C° E. U. A.). — Perfectionnements aux contrôleurs pour moteurs électriques.

119.431. — E. G. Nicholls. — Perfectionnements aux coupe-circuits électriques.

119.449. — Automatic Telephone Mfg C° (Willis B. D.). — Perfectionnements aux téléphones automatiques.

119.450. — C. Sonneborn. — Perfectionnements aux cuves de transformateurs électriques.

119.474. — L. E. Seimbill. — Appareil de résistance pour le chauffahe de l'eau.

119. 491. — J. N. Scism. — Boîte de jonction pour canalisations électriques.

119.505. — H. C. E. Jacoby et Enclosed Motor C°. — Dispositifs de refroidissement des machines électriques (voir brevet anglais 110.269).

119.520. — R. F. Woodburn. — Perfectionnements aux méthodes et appareils de soudure à électrodes.

119.524. — T. B. Dixon (voir aussi brevet 100.940). — Perfectionnements aux appareils récepteurs de signaux télégraphiques éliminant les effets perturbateurs à basse fréquence.

119.530. — Fuller Accumulator C°. — Perfectionnements aux bornes des accumulateurs.

119.533. — C. A. Parsons et A. H. Law. — Détecteur électrique d'humidité.

119.555. — G. Stirk et R. Stirk. — Moteur et commande électriques pour machines planeuses.

119.560. — W. Hellyer. — Lampe électrique et batterie portatives.

119.585. — H. Blades. — Boîte de jonction pour câbles électriques.

119.592. — G. O. Donovan et W. Donovan. — Perfectionnements dans la fabrication des interrupteurs électriques.

119.615. — Igranic Electric C° (Cutler-Hammer Mfg C°, E. U. A.). — Contrôleur de commande pour moteurs électriques.

119.619. — V. Filipone. — Générateur de courant pour lampe portative.

119.627 et 119.628. — W. Donovan et G. O. Donovan. — Perfectionnements aux interrupteurs électriques.

119.657. — Fabriques des Longines Francillon C°. — Perfectionnements aux compteurs pour courants alternatifs.

119.668. — British Thomson-Houston C°. — Perfectionnements dans la fabrication des lampes à incandescence.

119.683. — Submersible and J. L. Motors Ltd et C. W. Durnford. — Perfectionnements dans le bobinage des moteurs et dynamos étanches.

119.689. — J. S. Withers (Hart and Hegeman Mfg C°, E. U. A.). — Perfectionnements aux interrupteurs électriques à rupture brusque.

119.704. — Submersibles and J. L. Motors Ltd et C. W. Durnford. — Perfectionnements aux coupleurs électriques.

119.731. — J. P. O'Donnell. — Perfectionnements aux commandes électriques d'aiguilles de chemins de fer.

119.736. — Electric and Ordnance Accessories C° et N. G. Langrish. — Perfectionnements aux contrôleurs pour moteurs électriques.

119.748. — F. J. Brougham (A. Saurer, Suisse). — Thermostats pour commande de circuits électriques.

119.756. — E. Greville. — Appareils électriques médicaux.

119.780. — British Thomson-Houston C°. — Perfectionnements aux appareils électriques de soudure électrique.

119.795. — Taylor, Tunnicliff et Cie et E. D. M. Scrivener. — Isolateur électrique pour atmosphère chargée de vapeurs ou de poussières.

119.797. — A. C. Brown. — Appareils et mode d'enseignement de la télégraphie.

119.822. — C. Sorensen. — Appareils pour le chauffage des liquides.

119.832. — Western Electric C°. — Câble à multiples conducteurs pour la téléphonie.

119.839. — Western Electric C°. — Perfectionnements aux centraux téléphoniques automatiques.

119.906. — F. F. Biscre et Merz and Mac Lean. — Perfectionnements aux appareils de protection de circuits électriques.

119.928. — R. Butler. — Perfectionnements aux lampes électriques à incandescence.

119.932. — O. Zimmermann. — Perfectionnements aux coupleurs électriques.

119.934. — H. C. Tofield. — Perfectionnements aux supports de lampes.

119.937. — A. E. Mac Coll. — Perfectionnements aux relais de protection pour circuits électriques.

Le Gérant : L. De Soye.

35e Année. — N° 1233. 31 Juillet 1919.

L'ÉLECTRICIEN

Revue Internationale de l'Électricité & de ses applications

PARAISSANT LE 15 ET LE DERNIER JOUR DE CHAQUE MOIS

Rédacteur en Chef : Maurice SOUBRIER

ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE
PROFESSEUR SUPPLÉANT D'ÉLECTRICITÉ INDUSTRIELLE AU CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIERS

SOMMAIRE

Industrie et tourisme. — Les visites de laboratoire et d'usines : **F. Gibon.** — Notions pratiques de T. S. F. ; **P. Maurer.** — La foudre et les arbres. — Utilisation du gaz des hauts-fourneaux pour la production de l'énergie électrique à bon marché : **P. Moutier.** — Lampes à incandescence dans l'azote, à bas voltage. — Influence des diélectriques sur les potentiels disruptifs. — Fours électriques pour le travail de l'acier. — Les brevets en Alsace-Lorraine. — Perfectionnements aux lampes à incandescence. — Conseils pratiques aux élèves des écoles techniques. Travaux de vacances.

Industrie et tourisme.

Les touristes et les industriels étaient souvent en discussion avant la guerre.

On ne pouvait guère faire un grand projet d'usine hydraulique d'utilisation de cascade ou de barrage d'une gorge, sans que le *Touring Club* ne proteste ou que la société pour la protection des paysages de France ne fasse interpeller à la Chambre des députés.

Certes, le tourisme (avec l'industrie hôtelière) peut mettre en valeur des beautés naturelles de la France, et procurer les ressources à notre belle patrie qui sera à l'avenir encore plus visitée par les étrangers.

Mais la grande industrie et l'agriculture sont la vie même de la nation : ce n'est pas le tourisme qui a sauvé la patrie pendant la guerre ni qui pourrait seul la relever après la paix.

Le tourisme est agréable et un peu utile tandis que l'industrie et la culture sont essentiellement utiles, sans pouvoir toujours parvenir à la beauté.

Certes, il serait désirable de pouvoir toujours conserver intacts les jolis paysages des montagnes de France : les cascades des Alpes ou des Pyrénées, les gorges du Fier, du Guier, du Drac et de la Dordogne... mais les dilettantes du Beau ne doivent pas oublier que la France manque de charbon, de combustibles et de main-d'œuvre. Pendant que quelques privilégiés admirent dans les montagnes le joli spectacle de forces naturelles perdues, des pauvres gens *font la queue* dans les villes devant les boutiques des charbonniers ; des usines de la banlieue parisienne mettent des ouvriers en chômage faute de force motrice suffisante, et les mineurs du Nord essayent de restaurer les charbonnages détruits.

Aussi faut-il chercher à concilier l'Utile et l'Agréable, conserver un joli paysage tout en utilisant la majeure partie des forces hydrauliques ?

Le problème n'est pas insoluble, et c'est avec satisfaction que nous voyons poser cette question devant l'opinion publique.

La Société pour la protection des paysages de France organise au Pavillon de Marsan une *Exposition d'usines ne déparant pas le paysage* dont nous donnons ci-dessous le programme :

Exposition d'usines ne déparant pas le paysage.

Le réveil de l'Industrie française va se traduire par la création de nombreuses usines, non seulement dans les ruines de nos départements dévastés par l'ennemi, mais encore dans le reste du pays, et, plus particulièrement, par l'utilisation de la houille blanche.

La Société pour la protection des paysages de France désire, comme c'est sa raison d'être et son devoir, sauvegarder cette autre richesse artistique et commerciale de la France qu'est la beauté de nos sites de toute nature, en conciliant, dans l'intérêt général, les nécessités de l'Industrie, du Tourisme et de l'Art.

Et déjà ont répondu à son appel : La Chambre syndicale des Forces hydrauliques, l'Union des Industries métallurgiques et minières, le Touring-Club de France, l'Office national du Tourisme, l'Union Centrale des Arts Décoratifs, les Ministères de l'Instruction publique et des Beaux-Arts, de l'Agriculture, des Travaux publics, etc.

Dans ce but éminemment patriotique, elle convie tous les industriels de bonne volonté à une exposition d'*Usines ne déparant pas le paysage* qui s'ouvrira en novembre 1919 au Musée des Arts décoratifs, au Pavillon de Marsan, Palais du Louvre, à Paris.

L'exposition comprendra trois classes :

Celle des usines déjà réalisées ;

Celle des usines à construire ou à transformer ;

Celle des dépendances et aménagements des usines, cités ouvrières, jardins et autres ouvrages, y compris leur tenue et celle de leurs abords.

Les exposants ont toute liberté pour le mode de présentation de leurs envois : photographies, dessins, perspectives, maquettes, dioramas, etc., présentant l'usine *et son ambiance.*

En vue d'assurer la sincérité du document, la photographie sur nature et surtout *stéréoscopique* est préférable. Les perspectives, maquettes, dioramas, seront, dans le même but, disposés, le plus possible, de façon que l'œil du spectateur soit placé dans une situation normale et vraisemblable.

Le Jury d'admission sanctionnera par des récompenses les efforts vers la préservation harmonieuse des paysages.

Envoyer les adhésions au Président du Comité d'organisation de l'Exposition, au Louvre, pavillon de Marsan, 107, rue de Rivoli, en indiquant les surfaces murales ou les volumes d'emplacement demandés qui seront, dans la mesure où ils pourront être accordés, mis gratuitement à la disposition des exposants.

LE COMITE D'ORGANISATION :

Président : Vicomte **Cornudet**, député de Seine-et-Oise, président de la Société pour la protection des Paysages de France.

Membres : MM. A. **Ballif**, président du Touring-Club de France ;

Baudon de Mony, administrateur délégué de la Société Pyrénéenne d'Energie électrique ;

Louis **Bonnier**, inspecteur général des Services techniques d'Architecture et d'Esthétique de la Préfecture de la Seine ;

Antoine **Borrel**, député de la Savoie, président du Groupe parlementaire du Tourisme ;

Bouchayer, administrateur de la Société générale des Forces motrices et d'Eclairage de la Ville de Grenoble ;

Cahen, administrateur délégué de la Société Sud-Electrique ;

François **Carnot**, président de l'Union centrale des Arts Décoratifs ;

Anselme **Champgeur**, secrétaire général de la Société pour la Protection des Paysages de France ;

Raoul **de Clermont**, membre du Comité-directeur de la Société pour la Protection des Paysages de France ;

Cordier, président de la Chambre Syndicale des Forces hydrauliques ;

Louis **Cordonnier**, membre de l'Institut, président de la Société Centrale des Architectes français ;

Léon **Dabat**, directeur général des Eaux et Forêts au Ministère de l'Agriculture ;

Henry **Defert**, président du Comité des Sites et Monuments au Touring-Club de France ;

Famechon, directeur de l'Office national du Tourisme ;

Jean **Forestier**, conservateur des Promenades et des Plantations de la Ville de Paris ;

Gabelle, directeur du Conservatoire national des Arts et Métiers ;

Giros, administrateur-délégué de la Société d'Energie électrique du Nord de la France ;

Jacques **Hermant**, président de la Société des Architectes diplômés par le Gouvernement ;

Keller, administrateur délégué de la Société des Etablissements Keller-Leleux ;

Raymond **Koechlin**, président de la Société des Amis du Louvre ;

Alfred **Lambert-Ribot**, secrétaire général de l'Union des Industries métallurgiques et minières ;

Germain **Lefèvre-Pontalis**, membre du Comité directeur de la Société pour la Protection des Paysages de France ;

Lépine, administrateur-délégué de la Société de Fure, Morge et Vizille ;

Paul **Léon**, chef des Services d'Architecture à l'Administration des Beaux-Arts ;

Mahieux, directeur de la Voirie routière au Ministère des Travaux publics ;

Margaine, député de la Marne, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées ;

Metman, conservateur du Musée des Arts décoratifs ;

Noel, sénateur de l'Oise, directeur de l'Ecole Centrale des Arts et Manufactures ;

Pascalis, président du Syndicat Général des Produits chimiques ;

Robert **Pinot**, secrétaire général de la Chambre Syndicale des Forces hydrauliques ;

De Seynes, administrateur de la Société des Produits azotés ;

Robert **de Souza**, vice-président de la Société pour la Protection des Paysages de France.

L'*Electricien* suivra les travaux de cette exposition et publiera les résultats les plus intéressants.

Nous nous mettons à la disposition de ceux de nos lecteurs qui voudront bien participer à cette manifestation pour leur fournir les renseignements qui pourraient leur être utiles.

La loi sur l'utilisation des forces hydrauliques vient d'être discutée à la Chambre des députés, elle sera sans doute votée prochainement par le Sénat : l'industrie électrique va pouvoir bientôt réaliser de vastes programmes.

F. G.

Pour l'enseignement pratique de l'Electricité.

Napoléon disait « qu'un croquis lui en apprenait plus qu'un long rapport », et tous les stratège pensent qu'il avait raison.

Pour l'enseignement, la vue des appareils et le spectacle de leur fonctionnement en apprennent certainement puls encore que les rapports et les croquis réunis.

Dans l'enseignement classique, on peut apporter les instruments à l'École.

Dans l'enseignement technique et industriel, il faut quelquefois que l'École aille aux in truments.

LES VISITES DE LABORATOIRES ET D'USINES

L'apprentissage et l'enseignement professionnel sont les espoirs de l'industrie future à laquelle ils préparent une main-d'œuvre de choix.

Divers essais sont tentés en ce moment par l'Etat ou par des industriels (v. les écoles de Bessonneau, de Peugeot, etc.), en attendant une organisation rationnelle de l'enseignement primaire supérieur.

Mais la pauvreté des laboratoires, la brièveté des cours théoriques ou des travaux pratiques limitent la bonne volonté des professeurs et la curiosité des élèves.

Ainsi, au conservatoire des arts et métiers, le cours de travaux pratiques ne comprennant qu'un nombre limité de séances pendant 2 années, on ne peut embrasser qu'une petite partie de la science électrique.

Le but des cours n'était pas d'ailleurs l'étude complète de l'électricité au point de vue scientifique pur, cette partie devant être laissée aux grands laboratoires électro-techniques, aux savants ou aux spécialistes.

Pourtant, il n'y a pas que des *lampes* à installer, ni que des *moteurs* à faire fonctionner. Avant la guerre, de grandes maisons allemandes d'industries électriques avaient des ateliers importants affectés à la fabrication d'un matériel scientifique ou électro-médical, qui faisait l'objet d'un commerce mondial important, n'ayant qu'une très petite concurrence en France.

Dès le début de la guerre, ce matériel spécial a souvent fait défaut ; les stations radiologiques, en particulier, étant trop peu nombreuses, beaucoup de blessés ont souffert trop longtemps, ou ont été mal opérés par suite de l'insuffisance ou de l'impossibilité des examens aux rayons X.

Il y avait peu de spécialistes médecins connaissant parfaitement la pratique des appareils électriques ou de l'électricité industrielle, on ne pouvait guère espérer que de vieux médecins (ceux qui ont fait leurs études de P. C. N. voilà vingt ou trente ans) aient pu se tenir au courant des progrès scientifiques de *l'électricité* depuis l'époque de leur scolarité, surtout ceux qui ont été très occupés par leur métier ordinaire.

La crainte de détériorer instantanément un matériel *coûteux* et rare en faisant par ignorance de mauvaises connexions ; le danger (*exagéré*) des rayons X, la rareté relative des extractions de corps étrangers chez les blessés (sauf dans les cliniques d'accidents du travail), la controverse sur la valeur réelle de l'électrothérapie, etc, etc., rendaient beaucoup de médecins hésitants sur l'opportunité d'utiliser une installation électrique.

Les temps sont malheureusement changés. Nombreux sont maintenant les blessés justiciables des rayons X, nombreux sont ceux qui, longtemps, souffriront de fractures mal rétablies, de projectiles imaginaires ou réels restés dans leurs organismes.

Mais beaucoup de médecins mobilisés ont acquis pendant la guerre quelques connaissances radiologiques ou électro-médicales et voudront les utiliser au profit de leur clientèle civile.

Il leur faudra faire monter des installations électriques, les faires réparer, etc. (ou même les *faire fonctionner* par des aides).

Dans beaucoup de cas, ils auront recours à des électriciens industriels, ordinaires ou spécialistes.

Il y a donc un nouveau champ d'ouvert à l'activité des électriciens français qui, de plus, auront moins à craindre la concurrence étrangère, après notre Paix victorieuse.

Mais, en dehors de cette nouvelle branche spéciale de l'industrie électrique, il est nécessaire de connaître certains phénomènes qui sont plûtôt des *accidents* dans la pratique électrique ordinaire.

L'emploi de la T. S. F., les traitements médicaux par la haute fréquence, etc., provoquent des phénomènes de *résonance* et d'*induction* qui sont à prévoir quand on fait des installations ordinaires d'*éclairage* ou de *force* pour éviter de graves accidents. Les calculs d'isolement devront être modifiés ; les schémas des circuits ne seront pas indiffé-

rents ; les canalisations logées dans des tubes armés (genre Adt, Bergmanm, formant écrans électriques) auront une importance nouvelle.

Tous ces petits problèmes secondaires seront plus facilement résolus par un électricien averti qui aura pu constater *de visu* ces phénomènes provoqués dans des expériences spéciales.

Sans doute, les élèves des grandes écoles électrotechniques sont familiarisés avec ces expériences, mais il serait désirable qu'elles puissent être répétées devant des électriciens ordinaires, et que des visites-conférences puissent être organisées au profit de nombre de jeunes gens.

C'est pourquoi j'ai essayé, dans ma modeste sphère, de vulgariser certaines expériences grâce à l'obligeance de constructeurs ou de spécialistes qui ont bien voulu me prêter une partie du matériel indispensable.

Les démonstrations suivantes ont été faites cette année pour les élèves de première année des Travaux pratiques d'Electricité Industrielle, — en répétition de celles déjà faites l'an dernier aux premiers élèves, dans un Laboratoire médical du faubourg Saint-Jacques.

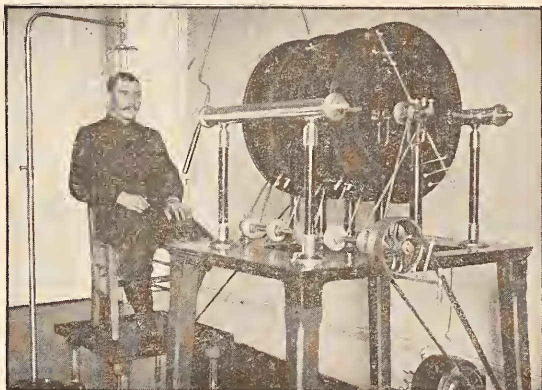


Fig. 1. — Grande machine statique, sans secteurs.

HAUT POTENTIEL

Des expériences sur l'électricité à haut potentiel ont été faites au moyen de *machines statiques* et de transformateurs spéciaux ou de grosses bobines.

Machines statiques. — Ces machines, du genre Wimshurst (sans secteurs) produisent de l'électricité à très haut potentiel, mais à très petit débit.

Nous avons fait fonctionner toute une collection de machines, depuis des machines à main (fabrication Chardin, Bonetti) jusqu'à des colosses à 12 grands plateaux commandés par des moteurs à grande vitesse (fabrication Gaiffe, Malaquin, etc.).

Nous avons remarqué une effluvation énorme, d'une longueur de l'ordre des 40 centimètres, ce qui, d'après divers auteurs, suppose un potentiel de l'ordre de la centaine de milliers de volts.

Nous avons constaté, avec un milliampèremètre de Gaiffe, une intensité variant de 0,1 à 0,2 milliampères. Le même débit moyen a été constaté après adjonction de condensateurs (qui changeaient complètement le régime des décharges, devenues oscillantes, avec étincelles plus rares, courtes, bruyantes, chaudes) et indiqué le procédé de mesure du débit des machines statiques au moyen de la bouteille de Lane.

$$Q = n\,E\,C$$

(en microcoulombs si C est en microfarads)

n = *nombre d'étincelles* ;
C = capacité du condensateur ;
E = f. e. m. (suivant la longueur d'étincelle).

En reliant les collecteurs d'une grande machine à ceux d'une petite, nous avons provoqué le mouvement de la seconde sous l'influence de l'électricité produite par la première.

J'ai montré, en passant, divers procédés permettant de reconnaître la polarité de l'électricité statique produite : attractions ou répulsion des électricités « résineuse » ou « vitreuse » au moyen de pendules, — souffle statique (flamme de bougie) du pôle positif au pôle négatif, — aigrette lumineuse au pôle positif, étoile ou point au pôle négatif, etc.

Nous avons remarqué aussi que les plateaux électrisés attirent vite les poussières, *buées*, etc., et que le fonctionnement devient défectueux si l'on ne fait pas des nettoyages fréquents (surtout sur la face interne des plateaux d'ébonite) et si l'on ne *dessèche* pas l'air ambiant (par du chlorure de calcium).

Le rendement utile nous a paru très faible (inférieur à 5 0/0). — Le rendement réel est beaucoup plus important : nous avons noté la différence des énergies fournies au moteur *avant* et *après* l'amorçage de la machine, cette différence, à vitesse égale, étant fonction de la quantité d'électricité statique produite.

Enfin, nous avons montré que l'on pouvait faire avec les machines statiques à influence la plupart des expériences ordinairement faites au moyen des bobines d'induction :

— Décharges dans les gaz raréfiés (tubes de Geissler, de Plucker).

— Production de rayons cathodiques (et de rayons X dans des ampoules de Crookes).

— Décharges oscillantes, donnant des phénomènes d'induction à haute fréquence dans des résonateurs, etc.

Remarques. — Nous avons expérimenté que les *flammes*, les corps *incandescents*, les substances *radioactives* déchargent les corps électrisés, empê-

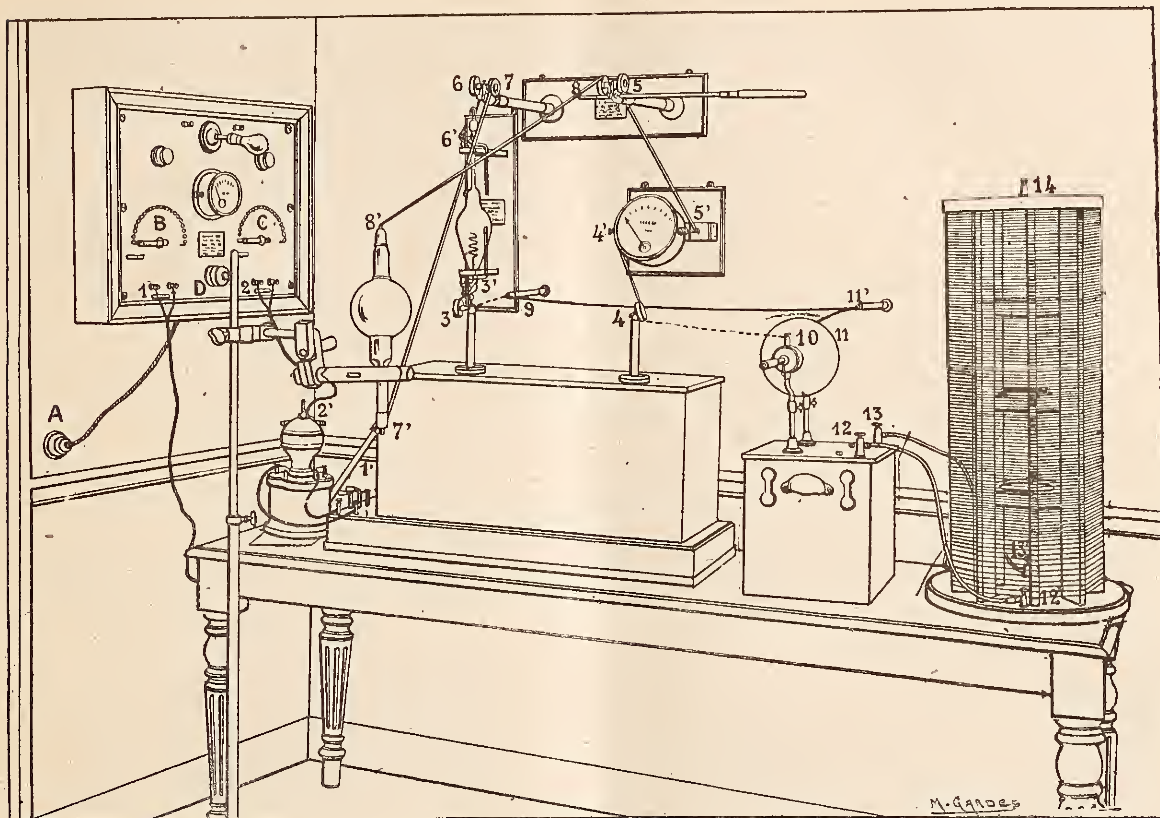


Fig. 2. — Schéma d'une installation de radiologie et de haute fréquence.

Le courant du réseau de distribution arrive par la prise A; passe dans le tableau où un rhéostat B règle l'intensité d'utilisation dans le primaire de la bobine 1, tandis qu'un autre rhéostat C règle la vitesse du moteur de l'interrupteur 2.

Le courant induit, de haute tension, partant des bornes 3 et 4, suit un circuit passant par un milliampèremètre (4'-5'), une soupape à vide (3'-6'), et un tube à rayons X (7'-8').

Pour la haute fréquence le circuit induit passe par un éclateur (10'-11') et dans un condensateur double, dont les autres armatures (12-13) sont reliées à un solénoïde (résonateur 14) formant un 3e circuit.

Les doubles numéros indiquent les connections des fils.

chant même les décharges oscillantes, et indiqué les applications qui peuvent en être faites *industriellement* ; dans les *peignages* et tissages par exemple, où la désélectrisation des matières textiles est un gros problème.

BOBINES ET TRANSFORMATEURS.

Des expériences ont été faites sur de grosses bobines (genre Rhumkorff) ; et des transformateurs (genre Rochefort) à circuits magnétiques ouverts ou fermés.

Nous avons étudié divers modèles d'interrupteurs, surtout ceux à turbines à mercure dans un diélectrique gazeux, et même un interrupteur électrolytique de fortune (genre Whenelt) que nous avons construit.

Comme nous n'avions pas de voltmètres spéciaux pour mesurer le potentiel secondaire très élevé, nous avons renversé le problème : nous avons admis le courant alternatif ordinaire de 110 volts dans le circuit « *secondaire* » et mesuré la d. d. p. aux bornes du primaire.

De cette manière nous avons pu nous rendre compte des *coefficients* de transformation des appareils et bobines dont nous disposions.

A noter, en passant, que les constructeurs d'appareils électro-médicaux n'indiquent pas sur leurs instruments les diverses constantes : Capacité. — Résistance. — Nombre de spires des circuits — coefficient de self-induction, — de transformation, etc., etc., qui donneraient à leurs produits une précision scientifique et permettraient une utilisation en connaissance de cause.

Un bon transformateur Chauvin et Arnoux de 100-10.000 volts bien taré nous a permis de contrôler nos résultats par la méthode d'opposition en employant des appareils usuels de mesure.

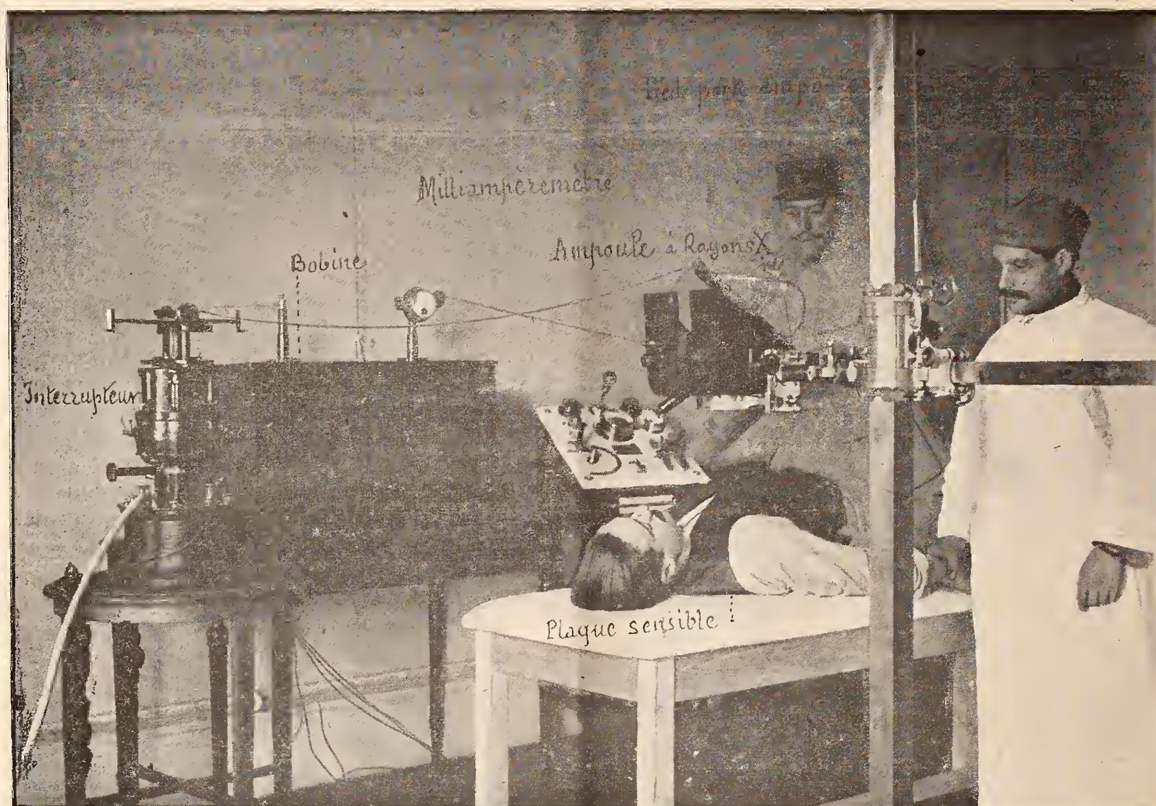


Fig. 3. — Radiographie d'un blessé dans un hôpital.

Nous avons continué avec les bobines les expériences commencées avec les machines statiques (décharges dans les gaz raréfiés, etc.).

Rayons cathodiques. — Des ampoules diverses ont été actionnées, et nous avons montré la fluorescence de diverses substances par le bombardement cathodique à l'*intérieur de tubes à vide* (bouquets de divers sulfures, gemmes, minéraux divers).

Nous avons fait dévier ces rayons au moyen d'un aimant extérieur, — nous avons porté à l'incandescence une plaquette de platine qui recevait un bombardement cathodique intense, mais nous n'avons pu faire tourner le moulinet spécial, à palettes de mica, qui aurait dû montrer le choc mécanique de ce rayonnement !

Rayons X. — Ensuite nous avons fait constater le rayonnement (inconnu avant Röntgen) qui part en tous sens de tous les points frappés par les rayons cathodiques.

Sur l'écran fluorescent au platino-cyanure de baryum, chacun des élèves a pu voir le squelette de sa main, de son bras, le contenu de son porte-monnaie ou de son portefeuille, et même nous avons pu voir battre le cœur de quelques-uns.

Dans la poitrine d'un élève, M. *Alers,* nous avons constaté la présence d'une belle balle ronde (un shrapnell de plomb) qui lui semble avoir un peu changé de place depuis l'année dernière (un souvenir du Chemin des Dames).

A noter que la plupart de nos camarades ont été surpris de voir que le *cœur* est moins haut dans la poitrine qu'ils ne le pensaient (et fort peu à gauche).

En remplaçant l'écran au platino-cyanure par un écran phosphorescent, et en posant quelques secondes, nous avons obtenu des images lumineuses qui se conservaient quelques minutes.

Enfin, en employant des plaques photographiques (et des papiers au bromure) nous avons fait quelques clichés radiographiques, indiqué des procédés divers de localisation de corps étrangers.

Entre temps, les élèves ont pu remarquer et comprendre le fonctionnement des redresseurs de courant (soupapes à vide, systèmes pointe-plateau, contacteurs) qui empêchent le passage de l'*onde inverse.*

L'ampoule ne doit recevoir que du courant de même sens, *négatif à la cathode.* Nous avons fait

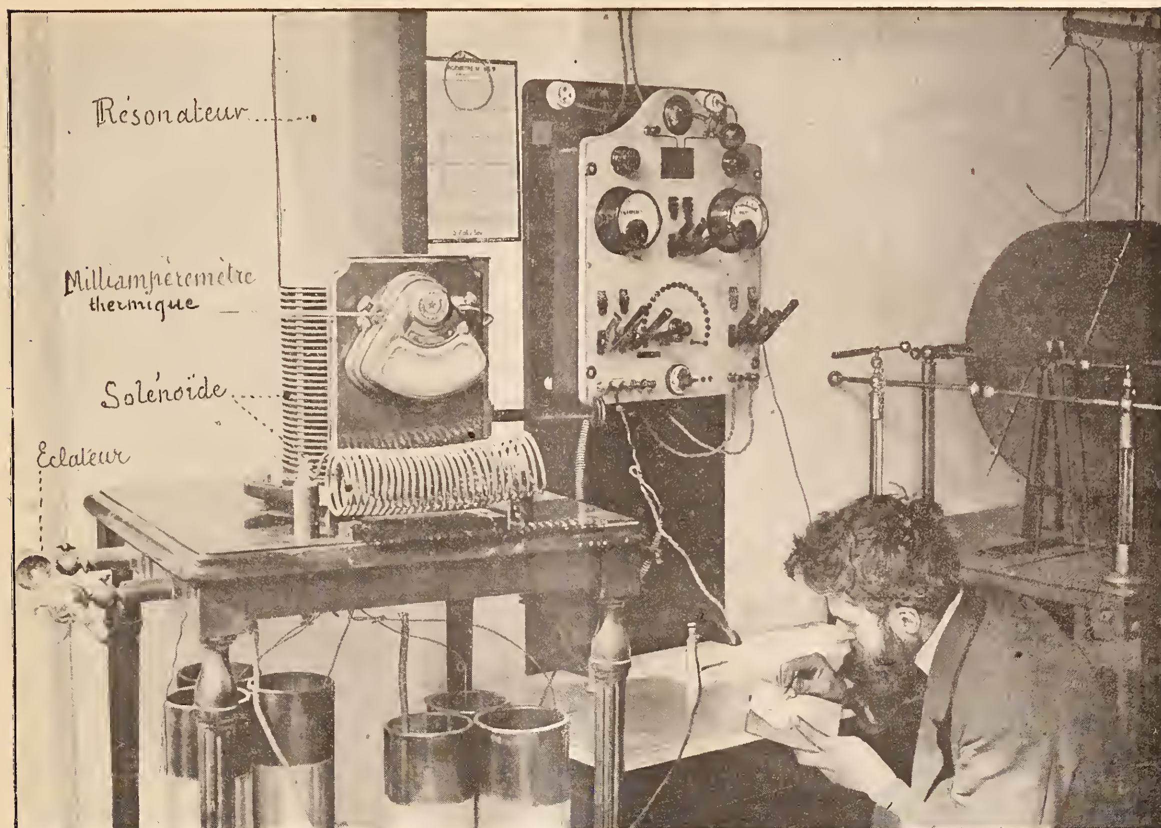


Fig. 4. — Appareillage de haute fréquence dans un laboratoire médical.

voir ce qu'il advient quand il y a mauvaise connection, de l'*onde inverse* ou que l'ampoule « oscille ».

J'ai expliqué les opinions scientifiques *actuelles* sur la nature des divers rayonnements qui se remarquent dans les tubes à vide :

1° Rayons cathodiques analogues aux rayons α du radium ;

2° Rayons canaux (ou de Goldstein) analogues aux rayons β du radium.

3° Rayons X analogues aux rayons φ du radium.

Nos camarades ont remarqué les variations de la quantité et de la qualité des rayons X produits par le fonctionnement prolongé d'un tube dont (le gaz disparaissant peu à peu), la résistance électrique augmente (étincelle équivalente de plus en plus longue).

Nous avons alors *ramolli* des tubes au moyen de régénérateurs divers qui permettent de rendre un peu de gaz aux ampoules trop *dures* (chauffage — décomposition électrique d'une électrode annexe — osmo-régulateur de platine, légèrement poreux à l'hydrogène quand il est porté à l'incandescence, régulateurs Bauer, à l'air, etc.).

Nous avons actionné des ampoules détériorées (trop ramollies — métallisées — percées, etc.), fait remarquer les divers phénomènes qui se produisent ainsi, expliqué les erreurs qui ont causé ces accidents et indiqué les précautions à prendre pour les éviter.

Nous avons résumé succinctement :

1° Ce qu'il faut faire ;

2° Ce qu'il ne faut pas faire.

Quelques élèves, ayant exprimé le désir de se familiariser davantage avec la radiologie, il a été décidé qu'un petit groupe reviendrait faire quelques séances pratiques de manipulations : emploi de diverses plaques ou papiers ; écrans renforçateurs ; développement des clichés et renforcement ; hypersensibilisation des plaques pour trempâge ou chauffage, etc., etc., sans compter la pratique des temps de pose.

Nous les avons prévenus des dangers divers auxquels on peut s'exposer et des moyens de s'en garantir, en faisant remarquer que des *dermites* (brûlures) analogues peuvent être produites par les arcs électriques, les lampes à vapeur de mercure (genre Cooper-Hewitt) et surtout par la lumière *ultra-violette* fabriquée pour la stérilisation des

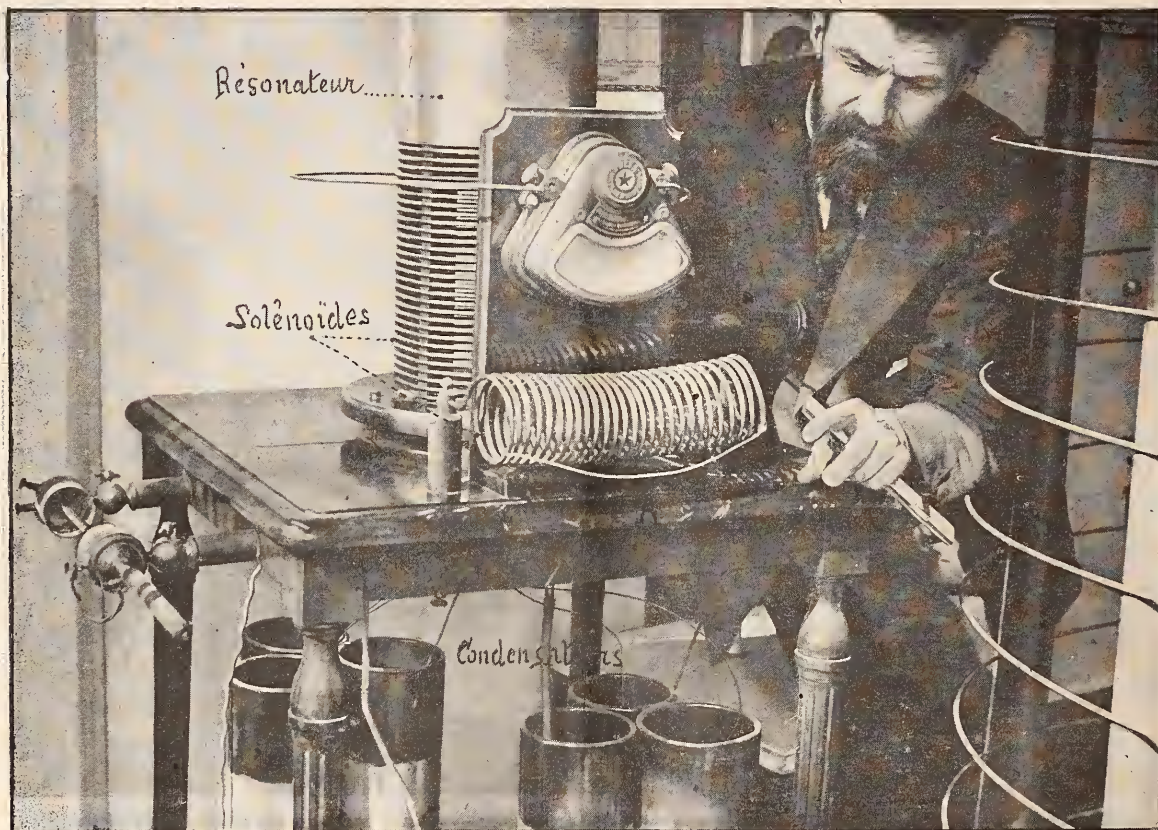


Fig. 5. — Expériences sur la haute fréquence.

Un fil de molybdène de 2/10 de mm. de diamètre (très résistant) est mis en shunt sur un solénoïde en gros fil de cuivre très conducteur : un courant de H. F. de 1800 milliampères ne peut passer dans les *spires* du gros fil de cuivre; mais il passe dans le fil *droit* de molybdène qui devient incandescent.

eaux (l'ozonisation) dans les tubes en *quartz*, mais qui est arrêtée par le verre ordinaire, à l'encontre des Rayons X, qui ne sont arrêtés que par des verres *plombeux*.

A l'aide d'un *radioquantitomètre*, nous avons constaté que les rayons X, la lumière ultra-violette, le radium déchargent les corps électrisés (électromètre) — et observé le pouvoir filtrant de divers écrans.

***

HAUTE FRÉQUENCE.

Après avoir rappelé succinctement la théorie sur les décharges oscillantes (avec les analogies hydrauliques ordinaires), j'ai fait constater les conditions indispensables de fonctionnement :

1° Le rôle du condensateur;

2° Le rôle de la self-induction;

Et la nécessité d'une résistance réduite pour avoir

$$R^2 < 4\frac{L}{C}$$

L = (self-induction en henrys)

C = (capacité en farads).

En montage Tesla. — En faisant varier suffisamment l'on ou l'autre de ces facteurs, nous avons remarqué que les décharges cessaient d'être oscillantes.

Puis, avec une spire de cuivre, nous avons montré les effets de la résonance hertzienne, rappelé les expériences historiques, qui ont conduit à la découverte de la T. S. F. ; la mesure de la vitesse des ondes, et de l'électricité, à la télémécanique, etc.

En se basant sur la vitesse de 300.000 kilomètres, nos camarades ont pu faire divers petits calculs.

1° Sur la *longueur des ondes produites* par tel champ hertzien en supposant certaines constantes ;

2° Sur les *longueurs d'antennes* qui vibreraient à l'unisson d'une fréquence donnée ;

En appliquant la formule classique :

$$T = 2\pi\sqrt{LC}$$

— Ils ont trouvé :

— Que les fréquences du courant alternatif industriel donnent des ondes de plusieurs milliers de kilomètres de longueur (6.000 kilomètres pour 50 périodes).

— Que les postes de T. S. F. ayant des antennes de 1.650 mètres (comme à la Tour Eiffel) ou de 300 mètres (comme les postes secondaires) doivent utiliser des fréquences appropriées.

La réglementation du temps de guerre nous a empêchés de faire des expériences *pratiques* d'émission ou de réception.

En montage d'Arsonval ou indirect. — Nous avons pu, sans danger, faire quantité d'expériences intéressantes et amusantes.

En accordant des résonateurs (genre Oudin) nous avons produit par la haute fréquence de l'électricité à très haut potentiel : en montage unipolaire des étincelles de plus de 40 centimètres partaient dans tous les sens de l'extrémité du secondaire.

On pouvait illuminer à grande distance, sans conducteurs, des tubes de Geissler et divers tubes à vide, en verre d'urane, etc.

Nous avons fait constater aux élèves que des effets d'induction se produisaient à de grandes distances, et que dans des salles éloignées du laboratoire on pouvait tirer de petites étincelles de diverses pièces métalliques : appareils de chauffage central, lustres à gaz.

J'ai signalé les accidents que cette action pouvait produire dans des canalisations électriques : amorçage de courts-circuits dans des commutateurs, etc., quand les fils ne sont pas logés dans des tuyaux métalliques formant écrans électriques, ou quand l'isolement est défectueux.

Chacun a touché les résonateurs, reçu des étincelles de plusieurs milliers de volts ou d'un certain nombre d'ampères sans percevoir de sensation physiologique appréciable, à cause de la *haute fréquence.*

Induction. — Après avoir branché le courant secondaire de haute fréquence sur des solénoïdes, nous avons montré l'induction énorme produite à distance sur une seule spire isolée (une petite lampe a été plus ou moins allumée suivant les positions de la spire ; un ampèremètre thermique a marqué 1.800 milliampères).

En rappelant les lois de l'hystérésis, et vu le grand nombre de « cycles », personne ne s'est étonné de voir un outil d'acier devenir brûlant après avoir été placé quelques minutes, bien isolé, dans l'intérieur d'un petit solénoïde.

Il se trouvait chauffé également par les courants de Foucault (un thermomètre à *mercure* placé dans le même solénoïde en donnait lui-même la preuve).

Nous avons indiqué en passant que ces diverses actions des courants de haute fréquence étaient utilisées *médicalement* ; par exemple, pour introduire une grande quantité de chaleur à l'intérieur de l'organisme (*diathermie, coagulation* de l'albumine d'une région cancereuse (Doyen), fulguration, d'Arsonvalisation à l'intérieur d'un grand solénoïde, cautères froids, etc.)



Fig. 6. — Applications médicales de la haute-fréquence.

Enfin, sur ces solénoïdes en très gros fils de cuivre très conducteurs du courant continu (à résistance ohmique presque nulle), nous avons fait quelques expériences démontrant l'importance de la réactance de self-induction.

Des fils fins (ou peu conducteurs) de plomb, de molybdène, de platine, ont *shunté* des spires plus ou moins éloignées des solénoïdes (ou de *boucles*) : les fils droits recevaient tout le courant, devenaient incandescents ou fondaient, prenant tout le courant alternatif de H. F. auquel les boucles ou les spires opposaient une *réactance énorme.*

Applications. — Il faut tenir compte de ces phénomènes quand on installe des canalisations pour haute fréquence, des *prises de terre* pour paratonnerres, etc., et d'éviter les *coudes* qui sont aussi résistants que des coupures.

F. Gibon,

Président de l'Amicale des Electriciens diplômés du Conservatoire national des Arts et Métiers.

Prière aux industriels de la région parisienne qui voudraient bien laisser visiter leurs usines; prière aux savants qui consentiraient à montrer leurs laboratoires, d'en aviser l'*Electricien* qui en informera les intéressés.

NOTIONS PRATIQUES DE TELEGRAPHIE SANS FIL

Dans un précédent article, l'auteur avait exposé la théorie et les principes de la T. S. F.: Décharges oscillantes-oscillatoires amorties et entretenues. — Nécessité d'un éclateur. — Propagation des ondes dans l'espace.

Il continue ici ses démonstrations et indique les différents systèmes d'émission et de réception.

Principes de la télégraphie sans fil.

Il vient immédiatement à l'esprit qu'avec un oscillateur ouvert comme nous venons de le présenter, il sera possible, en chargeant le système, de produire des ondes électromagnétiques, qui se propageront dans l'espace et que l'on pourra recevoir à l'aide de dispositifs appropriés.

A chaque modification d'équilibre de l'oscillateur, nous émettrons un train d'ondes. On conçoit qu'il est nécessaire d'émettre des trains d'ondes très rapprochés pour pouvoir former des signaux Morse (fig. 11).

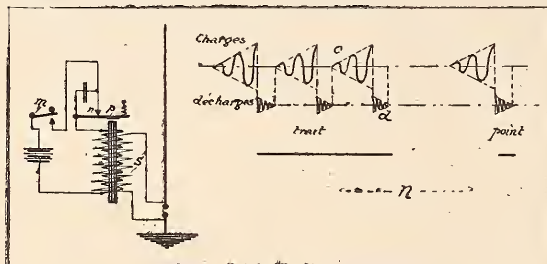


Fig. 11.

Des appareils spéciaux ont été étudiés dans ce but. On peut charger un condensateur soit avec une pile, une bobine d'induction ou un générateur à courant continu ou alternatif. En principe la bobine d'induction et le générateur à courant alternatif doivent être seuls retenus comme répondant à la condition énoncée précédemment.

La figure 11 représente, à titre d'exemple, un poste schématique de transmission. En appuyant sur le manipulateur *m*, le courant circulera dans le primaire de la bobine et la palette *p* est attirée et coupe le circuit. A ce moment il n'y a plus attraction, la palette *p* est alors rappelée par un ressort revenant ainsi en contact avec le plot de repos *r* et rétablissant le courant. Si le manipulateur est encore abaissé, les mêmes phénomènes se reproduiront et un courant interrompu traversera le primaire de la bobine.

Aux variations du courant correspondent des variations du flux magnétique dans le noyau et par suite il y aura induction d'une force électromotrice dans le secondaire S relié aux bornes de l'éclateur.

Aux charges successives *c* correspondent des décharges de l'oscillateur *d* et par conséquent des trains d'onde. Il est ainsi possible, par une manipulation appropriée, de déterminer des trains en plus ou moins grand nombre représentant les traits et les points de l'alphabet Morse (fig. 11).

Généralités sur le couplage. — Considérons deux systèmes (fig 1-I) électromagnétiques; si nous produisons des oscillations dans le système 1, la bobine S agira par induction sur la bobine S′ et entraînera la production d'oscillations dans le système 2. On dit que les circuits 1 et 2 sont couplés. Le circuit 1 est appelé circuit primaire et le circuit 2, circuit secondaire. Le couplage représenté par I est appelé couplage magnétique ou par induction. On a supposé que les deux bobines S et S′ étaient enroulées par exemple sur un noyau non magnétique, il est bien évident que si nous séparons les bobines S et S′ en les laissant toujours parallèles, nous aurons encore un couplage par induction. On conçoit aussi (fig 1-II) qu'il est possible de supprimer une des bobines, *s*′, par exemple, et de relier les deux extrémités du circuit 2 aux bornes de la bobine *s*. On aura ainsi réalisé un couplage magnétique par dérivation. Il existe encore d'autres couplages utilisés en télégraphie sans fil, qui sont le couplage électrique (fig. 1-III et IV) où l'influence du circuit primaire 1 sur le circuit 2 est causé par le champ électrique entre les armatures du condensateur, puis le couplage galvanique où la partie commune aux deux circuits est constituée par une résistance. Dans l'analyse des phénomènes qui vont suivre, on ne s'occupera que des circuits couplés magnétiquement, qui sont les plus employés en T. S. F.

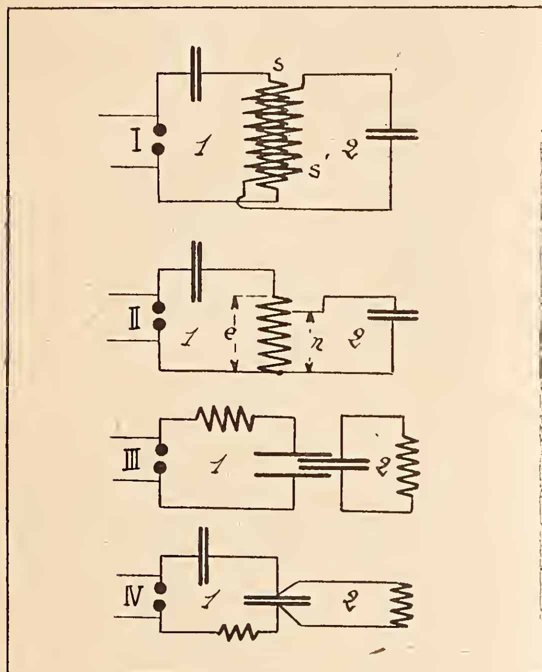


Fig. 12.

Degré de couplage. — Si les bobines s et s' (fig 12-I) sont très rapprochées, nous venons de dire qu'il y aura induction du circuit 1 sur le circuit 2, mais à son tour le circuit 2 agira sur le circuit 1, modifiant ainsi sensiblement les oscillations du circuit primaire. Au contraire, si les bobines sont assez éloignées (fig. 13) (ou si la bobine b fait un certain angle avec la bobine a), toutes les lignes de force issues du primaire ne coupent pas le secondaire, la réaction du circuit 2 sur le circuit 1 sera très faible sinon nulle. Dans ce cas, le couplage est dit lâche, tandis que dans le premier cas, le couplage sera serré.

Le coefficient d'accouplement ou degré de couplage est donné par le rapport

$$x = \frac{m}{\sqrt{L_1 L_2}}$$

où m représente le coefficient d'induction mutuelle, L_1, L_2, les coefficients de self-induction des bobines s et s'.

Les valeurs extrêmes que peut prendre le degré de couplage sont 0 et 1.

Entre 0 et 0,1 — le couplage est dit très lâche.

Entre 0,1 et 0,3 — le couplage est dit lâche.

Entre 0,3 et 1 — le couplage est dit serré et très serré.

D'après la formule précédente, on voit qu'on peut faire varier le couplage en agissant soit sur le coefficient d'induction mutuelle, soit sur les coefficients de self-induction des bobines, c'est-à-dire en rapprochant ou en éloignant les 2 bobines l'une de l'autre, ou en agissant sur le nombre de spires des bobines.

Il faut remarquer, dans le couplage par dérivation, que le degré de couplage ne peut atteindre des valeurs très faibles.

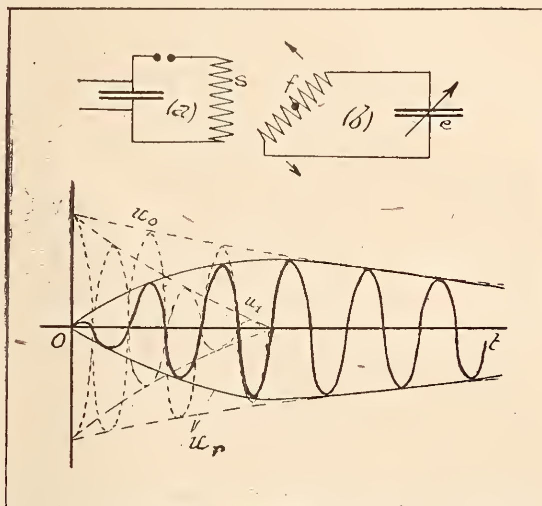


Fig. 13.

Oscillations d'accouplement en couplage très lâche. — Si nous disposons (fig. 13) deux circuits oscillants, a, b, à une certaine distance l'un de l'autre, de telle façon qu'il n'y ait pas réaction du secondaire sur le primaire, c'est-à-dire qu'ils soient couplés en couplage très lâche, et si nous supposons que l'oscillateur a est le siège d'oscillations, on sait qu'une oscillation prend naissance dans le circuit b. On constate que cette oscillation est la résultante de deux oscillations différentes.

a) Une oscillation forcée ou oscillation de la fréquence du circuit primaire a et ayant même amortissement (u_0 — fig 13).

b) Une oscillation propre ou oscillation de la fréquence du circuit secondaire b et ayant l'amortissement de ce circuit (u_1 — fig. 13).

On conçoit facilement que si les fréquences des 2 oscillations sont différentes, on obtiendra une courbe résultante très irrégulière, donnant lieu à des battements. Au contraire, si la différence entre les fréquences est petite, les battements seront très espacés. Quand les fréquences des deux oscillations seront égales, on aura une courbe résultante maximum (fig. 13 — courbes de tension ou de courant). On dit alors que les systèmes sont accordés ou en résonance. L'oscillation forcée

étant due au circuit primaire et ayant une fréquence f, devra être égale à l'oscillation propre du circuit secondaire de fréquence f'.

On doit donc avoir $f = f'$, ce qui signifie que la fréquence du système a doit être égale à la fréquence du système f'.

Comme on sait que

$$f = \frac{1}{T} \text{ ou } = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

de même

$$f' = \frac{1}{T'} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L'C'}}$$

on devra donc avoir :

$$2\pi\sqrt{LC} = 2\pi\sqrt{L'C'}$$

Remarque. — *a*) Si les amortissements des circuits sont très différents, la courbe résultante u se confond au bout d'un temps très court avec la courbe de l'oscillation la moins amortie. Si, par exemple, le système primaire est très amorti et le système secondaire peu amorti, le primaire ne sert en somme qu'à donner une impulsion et exciter les 2 oscillations propres du secondaire.

b) Si nous avions remplacé le circuit b (fig 13) par un simple circuit fermé sans condensateur, on sait que le circuit fermé ne sera pas le siège d'oscillations propres. Il se produira seulement des oscillations de même fréquence et de même amortissement que celles produites par le circuit primaire. Un circuit de ce genre est dit apériodique et est utilisé en pratique comme circuit de mesure.

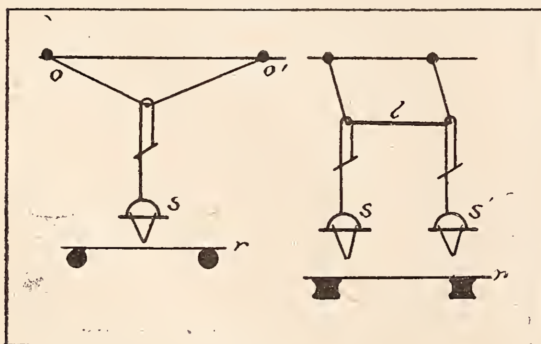


Fig. 14.

Analogies. — On peut expliquer facilement les phénomènes précédents à l'aide, par exemple, de deux pendules reliés par un lien flexible (ressort souple). Une représentation instructive peut être faite aussi à l'aide de pendules à lentilles s et s' (fig. 14) déversant du sable sur un plateau mobile r. Le lien l peut être constitué par un ressort très lâche, ou encore, une cordelette en caoutchouc.

Courbes de résonance. — Soient 2 circuits (fig. 15) couplés à l'aide des bobines S^1 et S^2. Dans le circuit secondaire, introduisons un appareil thermique g mesurant l'effet de courant et un condensateur variable. Si les deux circuits sont couplés en couplage lâche, nous savons qu'il y aura résonance, quand

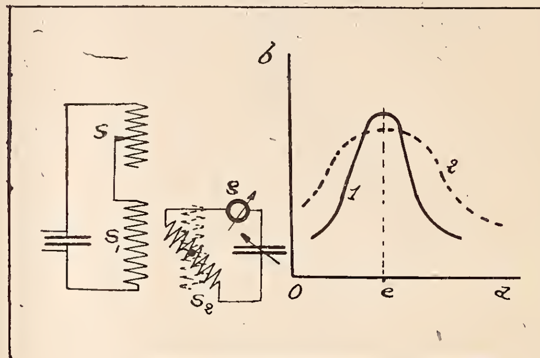


Fig. 15

$$f = f' \quad \text{ou} \quad 2\pi\sqrt{LC} = 2\pi\sqrt{L'C'}$$

Si nous pouvons faire varier un des éléments du second membre de l'équation, par exemple C', nous pourons obtenir la résonance.

On constate en effet que la déviation de l'appareil de mesure est maximum pour une certaine position du condensateur du circuit secondaire. En portant en ordonn ée(fig. 15) (sur la ligne OB) les déviations de l'appareil, et en abscisse (sur la ligne OA) les positions du condensateur, c'est-à-dire les valeurs de C' ou, ce qui revient au même, les valeurs de f', on obtient une courbe de la forme de 1. Au point e, les 2 circuits sont en résonance ; en deçà et au delà du point e, c'est-à-dire pour de faibles variations de fréquence, le courant diminue brusquement.

Si l'amortissement est fort, la courbe de résonance (courbe 2, fig. 15) atteint lentement son maximum.

La courbe représentative du courant en fonction de la période variable du circuit secondaire est appelée courbe de résonance.

Ondemètre-contrôleur d'onde. — On peut donc déterminer expérimentalement la période des oscillations qui se produisent dans un circuit oscillant. En effet, il suffit d'accoupler lâchement avec ce circuit un second circuit contenant un appareil de mesure, une bobine de self-induction L connue et un condensateur variable étalonné C. A chaque valeur de C connue, correspond une période T connue ; en effet

$$T = 2\pi\sqrt{L \text{ connu } C \text{ connu}}$$

par conséquent quand l'appareil de mesure indiquera un maximum. T sera = a X période cherchée des oscillations produites dans le circuit oscillant à mesurer. Les ondemètres et les contrôleurs d'onde sont basés sur ce principe.

Oscillations d'accouplement en couplage non très lâche. — Considérons deux systèmes 1 et 2 (fig. 16) pouvant être couplés en couplage lâche ou non très lâche, et supposons-les en résonance. Constituons un système de mesure 3 comprenant une self-induction variable à l'aide d'une boucle f, e, un appareil de mesure o et un condensateur fixe.

a) Si les 3 systèmes sont couplés d'une façon très lâche (bobines de 1, 2 et 3 éloignés), l'appareil de mesure o n'indique qu'un seul maximum (en e). Nous retombons dans le cas précédent de deux systèmes couplés en couplage très lâche (courbe a — fig. 16).

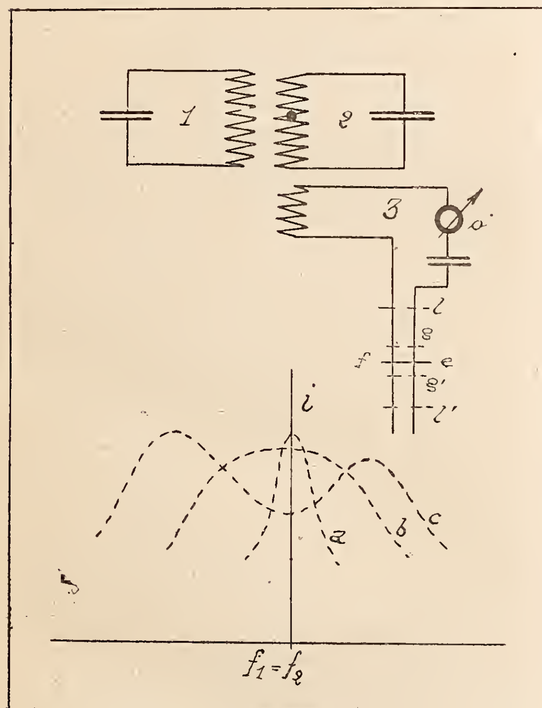


Fig. 16.

b) Si nous rapprochons les bobines de 1 et 2, on constate que l'appareil de mesure o marque un maximum pour des positions comprises entre g et g' (courbe b).

b) Si nous rapprochons encore les bobines de 1 et 2, l'appareil o marque deux maxima en l et l' (courbe c). On constate qu'il prend naissance dans chacun des circuits 1 et 2 deux oscillations de périodes T et T' différentes des périodes propres des circuits 1 et 2.

Si T_1 = période propre du circuit 1.

T_2 = période propre du circuit 2.

$$T < T_1 < T_2 < T'$$

et comme $T_1 = T_2$,

on a $T < T_1 < T'$

Le courant oscillant et la tension dans chacun des circuits sont la résultante des deux courants et des deux tensions, et on observe dans les deux circuits un phénomène de battements résultant de la composition des deux oscillations de période T et T'.

Ces deux oscillations sont dues à la réaction du secondaire sur le primaire.

Remarque. — Les périodes T et T' sont liées à la période T' par les formules :

$$T = T_1\sqrt{1 - x}$$
$$T' = T_1\sqrt{1 + x}$$

x étant le coefficient d'accouplement.

Réception.

Quand un oscillateur ouvert, c'est-à-dire une antenne reliée à la terre, est placé dans le milieu de propagation d'ondes électromagnétiques, elle devient à son tour le siège d'un phénomène électrique de même nature que celui de l'antenne d'unisson.

Pour recevoir dans de bonnes conditions, il faut accorder le système récepteur sur le système émetteur. En effet, ces deux systèmes peuvent être assimilés à deux oscillateurs couplés en couplage lâche. Dans ce but, on dispose, dans l'antenne, une self-induction réglable et un condensateur variable permettant ainsi d'obtenir la résonance.

La réception des oscillations se fait généralement au téléphone. Le système récepteur proprement dit doit toujours être placé à l'endroit où il y a un ventre de courant, par conséquent à la base de l'antenne.

L'emploi du téléphone seul ne permet pas de déceler des courants de haute fréquence. En effet, la plaque vibrante du téléphone, par suite de son inertie, ne pourra pas suivre les changements de sens du courant et restera immobile.

On a adjoint alors un second appareil, appelé détecteur, qui a pour but de substituer au courant alternatif un courant d'un seul sens. La plaque vibrante reçoit ainsi une série de chocs très rapprochés dont l'ensemble agit comme un choc unique et la déforme.

Réception directe. — Dans ce cas (fig 17 - *a*-), le détecteur est placé en série à la base de l'antenne, et le téléphone est monté aux bornes du détecteur (avec ou sans force électro-motrice supplémentaire). En général, on intercale une self-induction variable et une capacité variable pour accorder l'antenne sur la période des ondes à recevoir comme il a été démontré précédemment.

Le réglage s'effectue en modifiant la self et le condensateur jusqu'à ce qu'ayant atteint la résonance, le son perçu au téléphone soit maximum.

Ce mode de réception est très peu employé, car le détecteur présente une grande résistance. De ce fait, on diminue l'énergie reçue et on provoque un amortissement plus grand du circuit de réception.

Réception en dérivation ou montage Oudin. — Pour éviter l'inconvénient précédent, on monte le détecteur aux bornes de la self primaire (fig 17 — *b*). On reconnaît ici le couplage par dérivation étudié précédemment. Le circuit primaire comprend une self d'antenne, une self commune et un condensateur variable. Le circuit secondaire comprend la self commune et un condensateur variable. Aux bornes du détecteur est monté le téléphone. La partie commune de la self constitue l'accouplement

Pour effectuer le réglage sur une transmission donnée, on accordera le système primaire comme dans le montage direct en variant la self primaire et la capacité primaire, de façon à entendre de la meilleure façon possible, puis on améliorera cette audition en accordant le système secondaire sur le système primaire par variation de la self commune et de la capacité secondaire, pour obtenir l'audition maximum.

***

Réception par induction ou montage Tesla. — Ce montage est le plus employé en télégraphie sans fil (fig. 17 — *c*). Il comprend deux systèmes couplés par induction. Le circuit primaire comprend la self d'antenne, la bobine de self *p* et un condensateur variable. Le circuit secondaire comprend une bobine de self *s* à nombre de spires variable, un condensateur variable aussi et commandé par un commutateur *g*. Le détecteur est monté aux bornes de la self. Un petit condensateur monté en série dans le circuit du détecteur améliore la réception ; le téléphone est monté en dérivation sur ce petit condensateur.

Pour recevoir les signaux, on ouvre le commutateur *g*, le circuit secondaire est alors apériodique, on réalise l'accord entre le système primaire (self d'antenne, condensateur primaire) et la transmission à recevoir. Cet accord est obtenu quand son maximum est perçu dans le téléphone. On connecte ensuite à l'aide du commutateur *g* le condensateur du circuit secondaire. Le circuit secondaire n'est plus apériodique et il est nécessaire de réaliser la résonance. On reconnaît ce fait, parce qu'on n'entend les signaux que très faiblement. On accorde alors le secondaire en modifiant la valeur de la capacité et de la self secondaire.

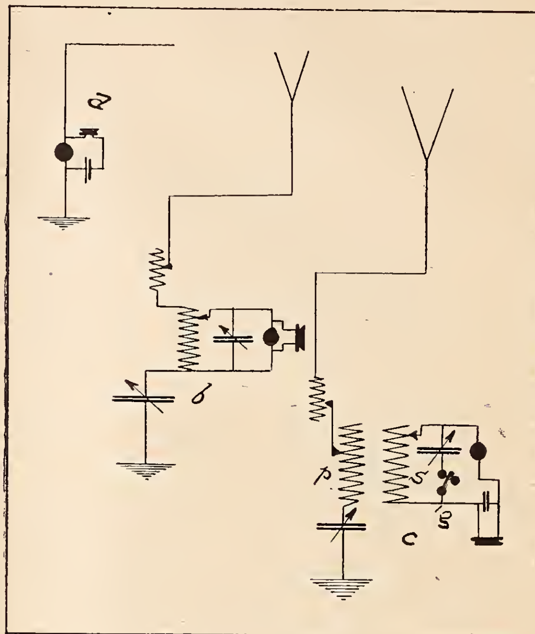


Fig. 17.

Si les ondes émises par le poste transmetteur sont peu amorties, la réception sera bien meilleure qu'en apériodique.

Couplage. — Les postes de réception par induction comportent généralement un dispositif permettant de faire varier le couplage entre les deux bobines *p* et *s* (rotation de la bobine *s* ou possibilité de l'éloigner ou de la rapprocher). Il faut donc éviter de coupler trop fort, car on sait que les réactions mutuelles déforment les ondes.

Recherche d'un poste. — Il est indispensable, pour la recherche d'un poste, de laisser le circuit secondaire en apériodique et d'effectuer les manœuvres uniquement sur les appareils du circuit primaire. En effet, on sait que le circuit secondaire en apériodique suivra toutes les variations de courant du circuit primaire.

Classification des détecteurs. — Les détecteurs

sont classés suivant leur sensibilité. Ils peuvent être sensibles à l'énergie moyenne, à l'amplitude de potentiel, à l'amplitude de courant, etc.... Nous n'étudierons que ceux utilisés en pratique.

Cohéreur. — Le cohéreur est sensible à l'amplitude de potentiel. Il se compose en principe d'un tube *b* (fig. 18) contenant de la limaille métallique *a* placée entre deux électrodes métalliques *e e'* reliées à une pile. Au repos, la limaille présente une résistance assez grande due aux contacts imparfaits entre les grains de limaille, et ne permettrait pas le passage d'un courant suffisant pour actionner le galvanomètre *g*, par exemple. Si des ondes sont produites à proximité du tube, la limaille devient conductrice et un courant faible passe dans le galvanomètre. Cette conductibilité subsiste jusqu'au moment où un choc détruit les contacts. Le choc est donc indispensable pour la réception des signaux Morse.

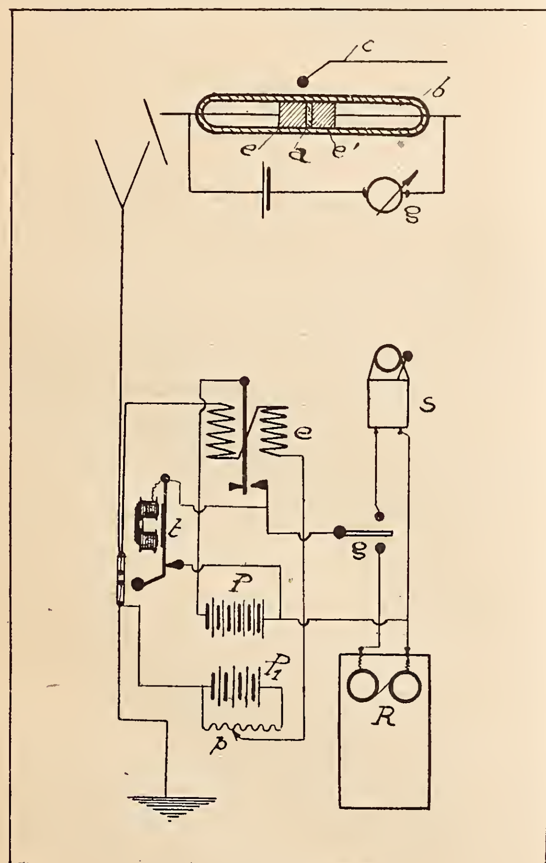


Fig. 18.

Les limailles de fer ou de nickel présentent une grande sécurité de fonctionnement. On emploie aussi des limailles d'or ou d'argent qui sont plus sensibles. D'après ce que nous venons de dire, le cohéreur devra être employé avec un frappeur *t* (sorte de sonnerie), qui est mis en circuit dès

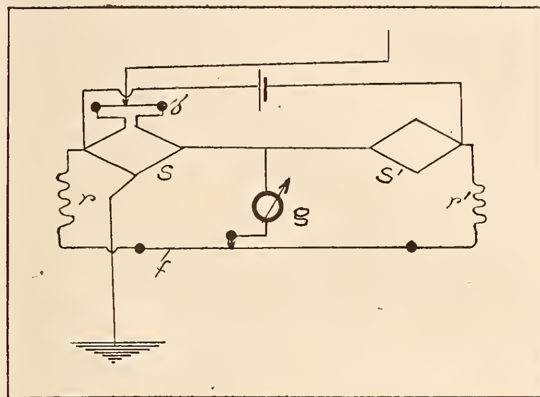


Fig. 19.

que le relais *e* est actionné. La figure 18 indique un montage en direct permettant d'actionner à l'aide du commutateur *g* la sonnerie *s* ou le récepteur Morse R. La source P_1 qui alimente le circuit du cohéreur comprend un réducteur de potentiel ou potentiomètre *p*.

On intercale généralement dans le circuit du cohéreur des petites bobines de self-induction destinées à éviter la diffusion des oscillations dans le circuit. Des shunts sont en outre ajoutés dans les différentes parties des circuits présentant de la self-induction, pour éviter la formation de forces électro-motrices susceptibles de cohérer à nouveau le tube.

Les montages par dérivation et par induction peuvent aussi être utilisés.

Détecteurs thermiques. — L'avantage de ces détecteurs est de permettre des lectures proportionnelles aux variations de l'effet de courant. Ils sont, en principe, basés sur la mesure des variations de résistance d'un fil fin traversé par un courant. Les fils employés sont soit en argent ($d = 0{,}05$) ou en platine d'un diamètre très petit. Le fil peut être monté directement dans le circuit ou bien on intercale l'élément thermique dans une des branches d'un pont de Wheatstone. Le montage utilisé dans le bolomètre Tissot est indiqué par la figure 19. Dans ce montage, chacune des branches de fil fin est disposée en petit pont de Wheatstone *s* et *s'* et les autres branches sont constituées par des résistances *r* et *r'*. L'antenne et la terre sont connectées respectivement aux extrémités de la diagonale de l'un des petits ponts.

Détecteurs magnétiques. — Ces détecteurs sont basés sur la réduction de l'hystérésis magnétique quand un champ magnétique oscillant se superpose au champ magnétisant ordinaire. Un des dispositifs adopté par Marconi comporte une bobine *p* fixe à l'intérieur de laquelle passe un ruban d'acier *f* entraîné par deux poulies (fig. 20). Le champ magnétisant est produit par deux aimants permanents *n s*, *n s'*. La bobine *e* reliée au téléphone reçoit des variations de courant, quand des oscillations agissent sur la bobine *p*. Le détecteur magnétique est sensible à l'amplitude de courant.

Détecteur électrolytique. — Le détecteur électrolytique est constitué par un vase contenant de l'eau légèrement acidulée dans lequel plonge un fil de plomb ou de platine *f* (fig. 20) constituant une électrode. L'autre électrode plonge aussi dans le vase et comporte un fil fin de platine *e* dont la pointe effleure le liquide ; pour obtenir ce résultat le fil de platine est placé à l'intérieur d'un tube en verre effilé.

Si on réunit les deux électrodes aux bornes d'une pile, il y aura circulation d'un courant, à travers l'électrolyte qui est décomposé. Des gaz se dégageront aux deux électrodes, mais à partir d'un temps très court les gaz adhérent aux électrodes et principalement à la pointe de

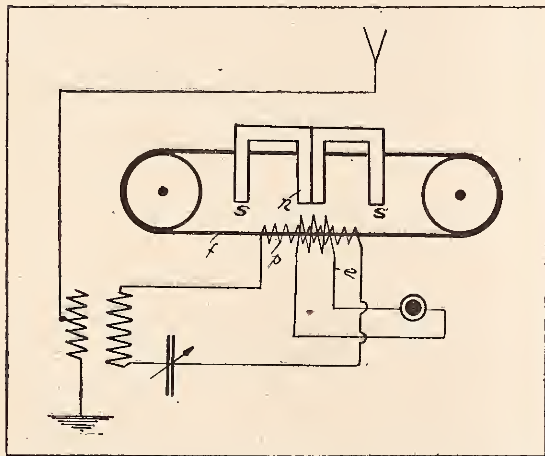


Fig. 20.

platine et il y aura polarisation. Si un train d'ondes agit sur le système, il a pour effet de diminuer la polarisation, un courant circule alors dans le circuit et actionne le téléphone *r*. La polarisation se reproduit dès que le train d'ondes cesse. On conçoit que la force électro-motrice auxiliaire produite par la pile *t* doit être réglée et ne doit pas dépasser une limite pour laquelle l'électrolyse se continuerait. Cette tension critique atteint pour l'acide sulfurique mélangé à l'eau 2 volts, 5. Les fils de platine employés doivent avoir un diamètre égal à 0,03.

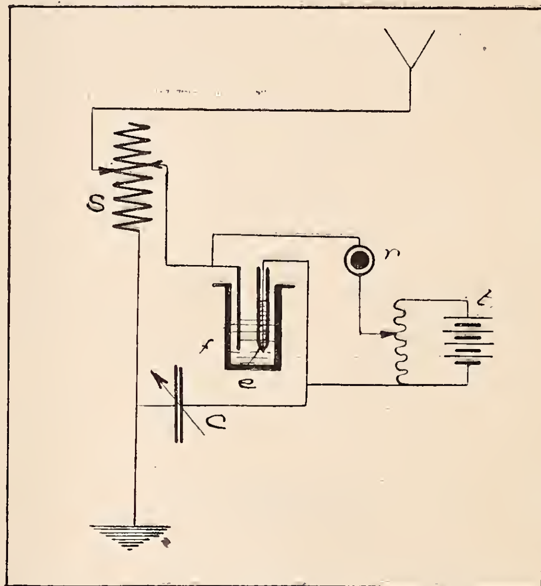


Fig. 21.

La construction de ces appareils est très simple; il suffit, après s'être procuré du fil de platine, de l'engager dans un tube de verre, d'étirer doucement le tube en le chauffant, de façon à noyer le fil dans le tube. Après cette opération, on casse le tube à l'endroit le plus convenable, et pour affleurer le fil, on fait glisser l'extrémité du tube sur de la toile émeri. Une goutte de mercure à l'intérieur du tube de verre suffit pour effectuer le contact avec le circuit extérieur. La pointe fine de platine doit toujours être reliée au pôle positif de la pile, fournissant la force électromotrice auxiliaire.

Les détecteurs électrolytiques peuvent être montés directement ou comme l'indique la figure 21, dans le circuit secondaire d'un système récepteur par induction ou par dérivation.

Détecteurs à cristaux. — Ce type de détecteurs le plus récent ne nécessite pas de force électromotrice auxiliaire et présente une sensibilité supérieure à la plupart des autres détecteurs. Il se compose en principe de 2 morceaux de métal mis en contact. Le plus simple et l'un des plus employés est le détecteur à galène constitué par un minerai de plomb (sulfure de plomb cristallisé) sur lequel repose légèrement une pointe métallique

(fig. 22). Le contact fil-galène a la propriété de laisser passer le courant beaucoup plus facilement dans un sens que dans l'autre.

Il est nécessaire, pour chaque échantillon de galène, de chercher le point le plus avantageux. A cet effet, la pointe métallique est mobile et peut être déplacée jusqu'à ce que l'audition des signaux au téléphone soit suffisante.

Pour éviter de trop grandes recherches, surtout pendant une réception, on règle d'avance le détecteur en faisant agir à proximité de lui un petit

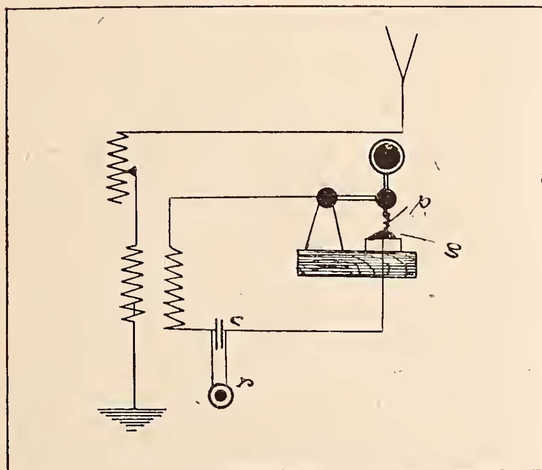


Fig. 22.

vibrateur (sorte de sonnerie sans timbre). Les ruptures de courant produisent des perturbations suffisantes dans l'antenne. La figure 22 indique le montage du détecteur à galène dans un circuit récepteur à induction.

Tout autre montage pourrait aussi être utilisé.

Tubes à vide détecteurs. — Nous étudierons, dans le prochain article, le fonctionnement des tubes à vide et leurs applications.

P. Maurer,
ingénieur-électricien.

LA FOUDRE ET LES ARBRES

Les opinions les plus diverses ont été émises sur le danger de foudroiement plus ou moins grand que présentent les diverses espèces d'arbres.

D'une copieuse étude de M. Vanderlinden sur les foudroiements d'arbres constatés en Belgique pendant les années 1884-1896 (*Annuaire de l'Observatoire royal de Belgique*), il résulte que :

1° Les arbres les plus sujets au foudroiement sont les diverses espèces de peupliers, les chênes et les résineux. On ne peut affirmer que certaines essences soient complètement épargnées ;

2° L'espèce qui, dans une région donnée, fournit le plus de victimes n'est pas toujours celle qui y est la plus répandue, mais celle atteignant la taille la plus élevée et croissant habituellement dans une situation découverte ;

3° Rien ne prouve que les facteurs qui conduisent la foudre sur un arbre dérivent de sa forme, de ses propriétés anatomiques, de la composition chimique de son bois, de sa conductibilité électrique, de la nature du sol ou du voisinage d'une nappe d'eau ;

4° La blessure en spirale provoquée par la décharge n'est pas des plus commune et elle ne se constate que sur les troncs à éléments ligneux ou corticaux tordus ;

5° Proportionnellement au nombre d'individus en présence, la foudre frappe moins les arbres des forêts ou autres groupements compacts. Les sujets les plus exposés sont ceux des plaines accidentées ;

6° L'opinion d'après laquelle les coups de foudre produisent des blessures présentant certains caractères particuliers pour les différentes espèces, n'est pas à rejeter, mais elle mérite une vérification plus complète ;

7° La forme et les dimensions des blessures sont déterminées non seulement par l'intensité de la décharge, mais aussi par la résistance et les propriétés anatomiques du bois ;

8° Dans une série d'arbres, la foudre s'attaque de préférence au plus élevé ;

9° Il est probable que le passage de la foudre ne laisse pas toujours, notamment sur les troncs lisses, des traces visibles. Pour une même décharge, celles-ci semblent devoir être plus marquées sur les sujets épais et rugueux ;

10° L'emploi des arbres comme paratonnerre n'est pas à conseiller, car la proximité d'arbres élevés et isolés augmente les risques de foudroiement pour les bâtiments ;

11° La combustion complète ou partielle d'un arbre par foudroiement est un fait exceptionnel.

En y réfléchissant, toutes ces conclusions paraissent logiques et la plupart auraient pu être prévues *a priori*. Si l'on se rappelle notamment les expériences classiques de Lodge sur la décharge oscillante dans lesquelles le savant anglais montrait que la résistance propre du conducteur n'intervenait nullement dans la manière dont il conduit une décharge, on conçoit que la nature des essences doit être nulle : c'est la situation topographique seule qui joue le rôle essentiel.

Utilisation des gaz de hauts-fourneaux

ET DE CHARBONS MAIGRES

Production de l'énergie électrique à bon marché.

Par une exploitation rationnelle de nos chutes d'eau, nous pourrions évidemment réduire considérablement nos importations de charbon. Mais ce n'est pas là le seul moyen.

Notre industrie métallurgique peut apporter aux chutes d'eau un appoint considérable par l'utilisation jusqu'ici négligée des gaz des hauts-fourneaux et des fours à coke.

Les hauts fourneaux, dit M. Aimé Witz (1), sont des gazogènes d'une puissance énorme, qui engendrent de bons gaz, d'une manière continue et régulière, dans des conditions économiques inouïes, parce que ces gaz sont des sous-produits et que leur valeur est minime. Ces appareils constituent une source colossale d'énergie comparable à la houille blanche. A chaque tonne de fonte correspond un volume de 4.500 mètres cubes de gaz à 960 calories en moyenne. Comme on fabrique aujourd'hui annuellement, dans le monde entier, 60 millions de tonnes de fonte, on peut estimer à plus de 7 millions de chevaux effectifs la puissance disponible dans l'univers.

Sur un million de mètres cubes que débite un haut fourneau, on en brûle 325.000 dans les cooper et les fours divers ; 625.000 mètres cubes peuvent être épurés à quelques centigrammes et utilisés directement dans les moteurs à gaz. On peut estimer à 225.000 mètres la consommation des moteurs de soufflantes et à 400.000 mètres celle des groupes électrogènes de la station centrale à courant continu ou alternatif.

Les gaz de fours à coke peuvent donner des résultats presque aussi avantageux que les gaz des hauts fourneaux et fournir une source d'énergie comparable. Le coke, qui est chargé dans le haut fourneau, a été fabriqué en distillant une fois et demie son poids de houille, tous déchets compris. L'opération donne, par tonne de coke, 450 mètres cubes de gaz d'un pouvoir voisin de 4.000 calories : la moitié au moins de cet énorme volume est disponible dans les fours à régénération de calorique et on peut l'utiliser dans les stations centrales.

***

On voit quelle puissance énorme contiennent les gaz des hauts fourneaux et des fours à coke et on se demande pourquoi leur exploitation n'est pas plus générale; cela provient surtout des difficultés techniques que l'on a rencontrées dans la construction des moteurs à gaz de grande puissance et des déboires que l'on a eu au début avec ces moteurs.

« La plus grosse difficulté, dit encore M. A. Witz, qu'on ait eu à surmonter quand on a abordé les moteurs de 500 chevaux, par cylindre à double effet, a résidé précisément dans l'établissement de ces cylindres : leur usinage en fonderie et en atelier était, d'une part, assez difficile, et, d'autre part, leur emploi fit naître des imprévus qui retardèrent quelque peu le progrès de ces machines ; de nombreuses fêlures ou ruptures de cylindres et d'enveloppes, de culasses et de boîtes de distribution se produisirent ; on constata des usures rapides des chemises ; on eut des ennuis avec les pistons et les tiges ; bref, les plus habiles firent école et ne réussirent pas du premier coup. Le refroidissement suffisant et égal en tous points du métal exposé à chauffer n'avait pas été obtenu, dès le début, d'une façon suffisante ; malgré qu'on fît passer de grandes enveloppes à réfrigération de grandes masses d'eau, certaines parties intérieures acquéraient des températures élevées qui provoquaient des dilatations inégales et causaient fatalement des accidents. La création des moteurs à double effet imposa une solution rapide de quelques problèmes de construction. Les pistons et leur tige, leur circulation d'eau et leur support, les fonds avec leurs stuffing box, les valves d'admission, exigèrent une étude très sérieuse qui ne fut pas toujours couronnée par le succès. »

On éprouva aussi des difficultés au début pour la purification du gaz qui renferme de l'hydrogène sulfuré, des poussières et des sous-produits nuisibles à la bonne marche du moteur. L'admission, dans des proportions voulues du mélange de gaz et d'air est aussi un problème délicat que les constructeurs ont résolu de diverses façons. Le graissage des machines est un point essentiel et il ne faut utiliser que de l'huile très limpide et résistant aux fortes températures.

Mais en moins de cinq ou six ans les progrès réalisés ont été considérables et les résultats étonnants. Aujourd'hui de nombreuses maisons construisent dans de bonnes conditions de puissants moteurs, qui présentent une sécurité de fonction-

(1) Aimé Witz, *les Moteurs à combustion interne.*

nement comparable à celle des meilleures machines à vapeur.

La récupération et l'emploi direct des gaz permet de produire 3 à 4 fois plus d'énergie que si on les emploie à chauffer les chaudières; de plus les gaz peuvent facilement être transportés à distance.

Les moteurs à gaz ont un excellent rendement thermique qui est d'environ 30 p. 100 à pleine charge et qui est encore de plus de 20 p. 100 à demi-charge, comme le montre le tableau ci-dessous de l'Association des Ingénieurs anglais.

Régime	Chevaux	Dépense thermique par cheval	Rendement thermique en p. 100
—	—	—	—
Pleine charge ..	609,3	8,130	31,3
3/4 — ..	459,7	9,225	27,6
1/2 — ..	305	10,800	23,5
Surcharge......	668,5	8,320	30,6

On obtient avec les moteurs à gaz des variations de tours inférieures à 1/3 p. 100, ce qui est tout à fait admissible pour les alternateurs.

***

Quel prix les moteurs à gaz permettent d'obtenir le kilowatt-heure (1)? La valeur du mètre cube du gaz de haut fourneau à 960 calories peut être établie par comparaison des calories qu'il peut donner avec celle d'un kilogramme de charbon. En prêtant 7.000 calories au charbon brut, payé avant la guerre 20 francs la tonne, et un rendement de 65 p. 100 aux générateurs de vapeur, le mètre cube vaut donc :

$$\frac{960 \times 0,02}{7.000 \times 0,65} = 0 \text{ fr. } 0042$$

Voici comment se répartissent les frais d'installation et d'exploitation dans une centrale de 3.000 kw comprenant deux groupes de 1.500 kw chacun. (La consommation de gaz a été aux essais de 3.256 litres de gaz à 967 calories par kilowatt-heure, mais il faut compter en exploitation environ 4.500 litres de gaz par kilowatt.)

1° *Frais d'établissement.*

Machines	975 000	francs.
Constructions	75 000	—
	1 050 000	—

soit 350 francs par kilowatt de puissance.

2° *Frais annuels de conduite et d'entretien.*

Intérêt du capital à 5 p. 100	52 500	francs.
Amortissement { machines 10 %	97 000	—
{ construct. 2 %.	1 500	—
Personnel	75 000	—
Réparations imprévues	10 000	—
Dépense de gaz : 70 456 000 m³ à 0 fr. 0042	295 915	—

(1) Voir Aimé Witz, *les Moteurs à combustion interne.*

L'utilisation de l'usine est de 60 p. 100 et le kilowatt-heure revient à 0 fr. 033. Ce chiffre est un maximum. Si l'on néglige la valeur du gaz, avec une utilisation de 50 p. 100, on trouve que le kilowatt-heure revient à 3 centimes.

Pour les gaz des fours à coke, la question est aussi très importante. M. Cuseletti, sous-directeur des mines de Lens, a estimé que la valeur de ce gaz était de 1 cent. 22 en prêtant au charbon une valeur de 15 francs la tonne. Il admet que le kilowatt-heure aux bornes du tableau correspond à une consommation moyenne de 1.000 litres et il compte 0 cent. 983 pour l'intérêt et l'amortissement. Comparé à la turbine à vapeur, le moteur à gaz de fours à coke laisserait un bénéfice de 0 cent. 75 par kilowatt-heure.

La production de l'énergie au moyen des gaz des fours à coke a fait récemment l'objet d'une discussion fort intéressante à l'Association des Ingénieurs électriciens anglais. Voici les résultats essentiels : on produit 12 millions de tonnes de coke dans les fours à coke de l'Angleterre, et si l'on pouvait récupérer tous les gaz produits, on obtiendrait 1 milliard de kilowatts-heure par an ou une puissance de 115.000 kw. D'autre part les hauts fourneaux pourraient assurer de leur côté une puissance de 200.000 kw. Ces 315.000 kw permettraient d'économiser la moitié du charbon employé actuellement pour produire l'électricité (1).

Dans la région de l'Est on produisait avant la guerre 3.800.000 tonnes de fonte et dans la région du Nord 700.000 tonnes environ, soit au total, en chiffres ronds, 4.500.000 tonnes.

En comptant par tonne et par heure 4.500 mètres cubes de gaz produits et 50 p. 100 de ce volume utilisé pour les besoins immédiats de la métallurgie (40 p. 100 au réchauffage des cooper et 10 p. 100 aux soufflantes), il reste un excédent de 50 p. 100, soit 1.240.000 mètres cubes environ que l'on peut utiliser pour produire de l'électricité.

Si nous évaluons que le cheval-heure réclame 3 mètres cubes de gaz à 950 calories, le volume du gaz épuré représentera donc 414.000 chevaux.

En prenant pour l'usine une utilisation de 5.000 heures par an et un prix de 0 fr. 04 par kilowatt-heure, cette puissance équivaudrait à 56 millions de francs. Une évaluation semblable pour les fours à coke donne environ 153.000 HP ce qui représente 10 millions de francs. Il n'est pas exagéré de dire que dans les régions du Nord et de l'Est, en faisant état des sous-produits, l'utilisation complète des gaz épurés permettrait une économie d'environ 100 millions de francs.

Le plus large avenir est réservé en France aux

(1) *Lumière électrique*, 16 octobre 1916.

centrales à gaz de hauts-fourneaux qui jusqu'ici ont été trop négligées. En France les moteurs à gaz de hauts fourneaux n'en étaient encore avant la guerre qu'à leurs débuts. Ces installations, existent depuis longtemps déjà en Amérique, en Allemagne, en Belgique.

L'Indiana Stal Company, à 40 kilomètres de Chicago, maintiendra prochainement en feu seize hauts fourneaux de 450 tonnes. Elle alimentera 17 machines à gaz de 3.000 chevaux chacune dont quinze actionneront des alternateurs de 2.000 kw et deux des générateurs à courant continu.

***

On a cherché aussi à employer les charbons maigres de mauvaise qualité après les avoir pulvérisés, mais on s'est heurté à des inconvénients dont le principal est l'importance des ventilateurs nécessaires pour insuffler une quantité d'air suffisante. Les expériences faites dans ce sens ont cependant donné des résultats intéressants : la température obtenue dans les foyers est régulière, mais la construction des foyers demande une grande attention. Chaque centre houiller, en raison de la nature spéciale du charbon qu'il produit, doit étudier la solution particulière qui lui convient.

Aux usines de Ronchamp, par exemple, on se sert des déchets de lavage que l'on brûle dans des chaudières spécialement étudiées et qui alimentent les machines à vapeur des centrales électriques. Dans le même ordre d'idées on a songé à se servir des gaz de tourbe. Après avoir séché la tourbe brute à l'air, on la brûle dans des gazogènes que l'on a construits dans ce but. Il existe de nombreux exemples de cette utilisation en Angleterre.

On peut citer une installation de 275 chevaux en Irlande où l'on emploie 20 tonnes de tourbe par semaine. A 7 fr. 50 la tonne, ce combustible revient à 150 francs par semaine, chiffre réduit à 110 francs en raison de la valeur des goudrons produits, ce qui conduit à des résultats financiers intéressants.

Parfois la tourbe est employée dans des gazogènes après qu'elle a été mélangée à des substances poreuses.

En Allemagne, la station centrale de Bitterfeld a été installée par la Société d'Electricité de Berlin pour utiliser sur place les lignites des usines. Le kilowatt-heure est vendu 1 cent. 25 à des usines bavaroises, chiffre tout à fait avantageux qui prouve l'intérêt du combustible employé.

Il serait intéressant pour la France d'examiner attentivement tout le parti qui pourrait être tiré de ces résultats.

P. Moutier,
Ingénieur-électricien.

Alimentation à bas voltage des lampes à incandescence dans l'azote, dites 1/2 watt.

Les applications de plus en plus nombreuses des lampes dites 1/2 watt ont permis de mettre en évidence certains défauts en raison desquels les installations comportant un grand nombre de ces lampes n'ont pas toujours donné toute satisfaction qu'on en espérait.

En effet, la consommation spécifique de ces lampes n'arrive à être voisine du 1/2 watt par bougie (pratiquement 0 w. 7) que pour les foyers de grande puissance, par conséquent à filament de grosse section traversée par une intensité élevée.

Plus le filament est fin et plus la lampe est sensible aux surcroîts de voltage et par suite plus vite hors d'usage. Sa durée est considérablement réduite du fait de son fonctionnement même momentané, sous un excès de voltage.

On se trouve donc dans l'obligation, pour obtenir une durée moyenne acceptable, de choisir des lampes qui ne soient jamais survoltées. Ce qui revient à dire que pendant la plus grande partie de l'éclairage, étant donné les variations inévitables des réseaux, les lampes devront être alimentées à un voltage inférieur. Or l'intensité lumineuse aux environs du régime varie comme la puissance 4e du voltage, de sorte qu'une diminution de quelques volts amènera la consommation spécifique aux environs d'un watt par bougie.

Il est donc indiscutable que pour réaliser un éclairage vraiment économique en utilisant des lampes au voltage du réseau, on serait conduit à n'employer que des foyers très puissants qui ne trouvent pas partout leur emploi; l'usage des petites lampes de 16 à 100 ou 200 bougies n'offriraient aucun intérêt.

La question paraît donc devoir se poser d'une façon toute différente ; si l'on fonctionne à un voltage réduit, 40 à 60 volts par exemple, à intensité égale, les filements sont beaucoup plus gros, par conséquent plus robustes et supportent pratiquement mieux un surcroît de voltage.

Le rendement lumineux pour les mêmes raisons est beaucoup plus élevé.

Pour répondre à ce desiderata, il a été créé une série complète de petits transformateurs et d'autotransformateurs de puissance suffisamment fractionnée pour répondre à l'alimentation de groupes d'importance très variable, afin de réaliser le plus possible la marche à pleine charge et obtenir le meilleur rendement.

M. U.

INFORMATIONS. REVUES. ANALYSES

Influence des diélectriques sur les potentiels disruptifs (1).

La présence d'un diélectrique au voisinage de l'une des électrodes d'un éclateur réduit le potentiel *disruptif*.

Ce phénomène présente un intérêt pratique considérable pour la précipitation électrique des poussières et des fumées contenues dans les gaz, parce que la différence de potentiel qui peut être maintenue entre les électrodes se trouve réduite au détriment du rendement de l'opération.

On précipite les poussières et les fumées en suspension dans les gaz en faisant traverser à ces gaz un champ électrique établi entre deux électrodes, l'une de faible surface, par exemple un fil (*électrode de décharge*), l'autre de surface relativement grande, cylindre concentrique au fil ou plan parallèle (*électrode collectrice*).

On porte l'électrode de décharge à un potentiel élevé de signe invariable et on met au sol l'électrode collectrice : les poussières ou les fumées sont repoussées par l'électrode de décharge et elles se précipitent sur l'électrode collectrice.

On n'avait pas reconnu tout d'abord que *ces dépôts abaissent le rendement de l'opération*, en sorte qu'on ne s'expliquait pas pourquoi telle installation, après avoir fonctionné d'une manière satisfaisante pendant quelques heures, jusqu'à ce que les électrodes collectrices fussent recouvertes d'un dépôt, voyait le rendement de la précipitation baisser ensuite rapidement. L'influence favorable de l'humidité dans la précipitation des fumées n'avait pas été davantage expliquée.

M. Wolcott a mesuré les potentiels disruptifs pour un éclateur constitué par une pointe et un plateau. Les résultats sont analogues dans le cas d'un fil et d'un cylindre coaxial.

Il a d'abord vérifié le fait, observé pour la première fois, par Faraday, que la tension nécessaire pour provoquer la première décharge (amorçage) est supérieure à celle qui est nécessaire par la suite. Elle est beaucoup plus élevée quand la pointe est négative par rapport à la plaque que lorsqu'elle est positive ; elle tombe, par exemple, de 120.000 à 45.000 volts. Cette différence entre les tensions disruptives, suivant que la pointe est négative ou positive, a été utilisée pour la construction d'un redresseur de courants à haute tension (pointe plateau).

La pointe étant négative, voici diverses valeurs du potentiel disruptif, obtenues quand on dispose divers diélectriques sur le plateau mis au sol.

NATURE DU DIÉLECTRIQUE	TENSION EN KILOWOLTS
—	—
Pas de diélectrique	120
Mica	50
Soufre	50
Coton de verre	50
Toile vernie	70
Papier filtre	90
Amiante	100
Papier à écrire	118
Papier à écrire plissé	90

Ces données ne doivent être considérées que comme qualitatives, le potentiel disruptif dépendant non seulement de la nature de la substance, mais surtout de son *état physique* et de sa disposition sur l'électrode.

(1) (*Physical Review.*)

Le diélectrique interposé *prend une charge électrique considérable*, comme le montre l'étincelle que peut fournir le mica après avoir été retiré du champ. Si on empêche cette électrisation de se produire, en établissant la communication du diélectrique avec le sol, soit directement, soit, si le diélectrique est pulvérulent, en l'humectant d'eau, l'abaissement du potentiel disruptif disparaît.

L'abaissement dépend de la position du diélectrique. Une lame de mica disposée près de la pointe n'exerce qu'une influence négligeable ; l'effet maximum, pour un éclateur de 6 cm, semble obtenu quand la lame de mica est disposée à 1 mm au-dessus de la plaque.

La quantité de diélectrique nécessaire pour produire l'abaissement du potentiel disruptif est très faible ; pour une poussière contenant 20 % de soufre, les résultats ont été les suivants :

DENSITÉ DU DÉPOT en mgr par cm²	TENSION en kilowolts
—	—
0	130
0,91	120
5,74	74
8,78	60
19,14	50

Il suffit, dans le cas précédent, que les poussières renferment une proportion d'humidité de 2,9 % pour que l'abaissement disparaisse. Avec un dépôt d'oxyde de zinc, l'abaissement disparaît pour une humidité de 1 %.

Les essais effectués par M. Wolcott établissent en résumé :

Qu'un diélectrique disposé sur le plateau d'un éclateur constitué par une pointe et un plateau, la pointe étant négative, prend une charge électrique positive dont le potentiel peut être suffisant pour ioniser le gaz environnant et le rendre conducteur : la décharge passe plus facilement, d'où un abaissement du potentiel disruptif. Le phénomène est plus net quand la substance est à l'état divisé ou possède une certaine porosité.

Emploi du four électrique pour le travail de l'acier,

Des essais ont été faits sur l'emploi des fours à résistance pour le forgeage de l'acier. Les premiers furent faits avec un lit de graphite granulaire comme résistance ; pour d'autres, plus étendus, on employa du graphite granulaire, du coke, du charbon de bois et des mélanges de ces matières, même du charbon en blocs compacts ; les résultats généraux furent les mêmes.

Pour obtenir des résultats, même médiocres, la résistance doit être faite de *carbone* ou de *graphite* extrêmement purs ; il est difficile d'en obtenir une provision suffisante pour la conduite du four. Si la combustion de la résistance donne des cendres ou des scories, leur proportion dans le lit s'accroît avec le temps et la résistance du four croît aussi.

Si la scorie est fusible, il se forme un *laitier* qui empâte tout et en augmentant la résistance abaisse la température.

Le four ayant été maintenu assez longtemps à la température nécessaire pour donner de l'acier à 980°, on a trouvé que la température au fond du *lit résistant* dépasse les limites admises pour les matériaux réfractaires ; elle est en effet voisine de 1.800°.

Cette grande différence de température tient aux caractéristiques électriques du carbone, dont le *coefficient de température* pour la résistivité est *négatif* et grand en valeur

absolue. La résistance de toute partie trop chaude diminue et le courant en augmentant élève encore la température.

Lorsqu'on chauffe une pièce de métal dans un four ordinaire, la chaleur lui est fournie par conduction des gaz chauds et par radiation des parois et de la voûte, qui sont maintenus par le balayage des gaz à une température plus élevée que celle dont on a besoin pour la pièce.

Dans le four électrique, les parois et la voûte reçoivent leur chaleur par radiation de la sole. Si l'on place au-dessus et assez près de cette sole des pièces froides de métal, elles empêcheront cette radiation dans la mesure où elles couvriront la surface de la sole. La pièce ne sera donc chauffée que d'un seul côté et la température y décroîtra rapidement de bas en haut. Pour chauffer assez le dessus de la pièce, il faudra surchauffer le dessous.

L'étude des propriétés chimiques et physiques du carbure de silicium avait amené M. W. S. Scott, vers la fin de 1916, à considérer cette matière comme pouvant servir de résistance pour un four destiné au forgeage de l'acier, mais son emploi paraissait présenter des difficultés sérieuses.

La température de formation de ce carbure est de 1950°C; celle de décomposition est de 2.220°. Il ne s'oxyde pas dans l'oxygène pur à 1.000° et de 1.500° à 1.800° son oxydation est très retardée par le revêtement de silice qui l'entoure. Les gaz neutres ou réducteurs, tels que l'oxyde de carbone, l'azote et l'hydrogène, ont peu ou pas d'action sur le carbure de silicium.

Sa dureté est intermédiaire entre celle du rubis et celle du diamant.

Pour adapter le carbure de silicium à ses usages divers, la résistance à la traction des produits obtenus par l'adjonction d'un liant peut être modifiée dans d'assez larges limites.

Le carbure de silicium est un conducteur électrique de seconde classe. A la température ordinaire, sa *conductibilité* est très faible ; elle n'est qu'une fraction de celle du carbone. Elle croît très rapidement avec la température. La résistivité des briques varie avec la porosité et la composition chimique ; mais au delà de 1.000° C cette variation s'atténue. On peut donner une idée des changements de cette résistance en disant qu'elle est de 50 ohms à 25° C, de 18 ohms à 540°, de 3,7 ohms à 960° et de 0,65 ohms à 1.400° pour un conducteur de section 1 cm² et de longueur 1 cm.

En résumé, le carbure de silicium semble posséder, comme résistance, d'excellentes qualités :

1° Sa température de décomposition dépasse de plus de 700° C, celle que l'on peut désirer ;

2° L'atmosphère dans la chambre du four est non oxydante et la résistance ne brûle pas ;

3° Il peut être moulé en blocs, de manière à être placé dans toutes les positions ;

4° Grâce à sa résistance à la traction, on peut constituer, avec des blocs de carbure, la voûte et la sole du four ;

5° L'existence d'un grand coefficient négatif de température pour la résistivité permet le réglage du four d'après le débit du courant.

***

Expériences avec les fours à résistance de carbure de silicium. — Le premier four de ce type dont le succès ait été complet, avait comme dimensions 120 cm de largeur, 95 cm de profondeur et 120 cm de hauteur, y compris celle d'un support en fer de 80 cm. La résistance consistait en deux blocs de 37 mm × 115 mm de section transversale et d'une longueur de 23 cm, montés en parallèle, l'un au-dessus de la chambre de chauffe, l'autre au-dessous à une distance de 65 mm. Ils formaient une chambre de chauffe de 180 mm de longueur, 280 mm de profondeur et 65 mm de hauteur.

Les résistances étaient entourées d'un revêtement réfractaire, fait d'argile à creuset et de graphite. Pour entourer cet espace extrêmement chaud, on employait des briques de silice, maintenues elles-mêmes par des briques réfractaires ordinaires.

Les résistances aboutissent à des *cheminées d'électrodes* ou *puits*, formées de graphite granulaire dans lequel se trouvent des plaques d'acier pour les connexions externes. Les électrodes sont faites de graphite granulaire et d'une barre de charbon amorphe de 6,25 cm² de section sur 50 cm de longueur, noyée dans chaque *puits* et montant du voisinage de la plaque d'acier, au fond du *puits* jusqu'à la résistance. Le graphite granulaire assure le contact électrique entre les blocs de carbure et la barre de charbon et entre cette dernière et la plaque d'acier terminale. On obtient ainsi une terminaison froide.

L'isolement calorifique à l'extérieur du four est assuré par un revêtement de briques très isolantes de 115 mm, qui n'est interrompu qu'en face des *puits* et de la porte du four.

Des feuilles de tôle mince tenues en position par des cornières et des barres d'attache maintiennent l'ensemble des briques isolantes.

Le voltage de départ fut de 75 volts et en deux heures la température de la chambre de chauffe monta à 1.000° C. La puissance requise à charge complète était de 10 kilowatts. On avait, sans charge, une consommation de 5 kilowatts.

La marche continue la plus longue dura 360 heures pendant lesquelles la température du four demeura 1.000° C. Après cet essai, l'examen des résistances fut fait et ne décela aucune trace apparente de détérioration.

Le dispositif de régulation consistait en un transformateur de 110 volts, avec commutateur à couteau pour obtenir le voltage de départ et commutateurs magnétiques pour obtenir le voltage de marche.

Un coupe-circuit servait dans le premier cas à protéger le four contre une surchauffe possible.

***

Fours pour marche continue en atelier. — Le premier four qui a été installé pour une marche continue dans les conditions usuelles est celui de l'atelier de forge des outils de la Westinghouse Electric and Manufacturing Company. Ce four a été en service pendant un an, avec des résultats très encourageants. Plusieurs marches ont été faites qui ont duré sans arrêt 400 à 500 heures, pour le forgeage d'aciers rapides à 1.000° C sans que l'on ait constaté d'altération des résistances. Une marche continue de 500 heures a même été faite à 1.450°.

Pour les pièces d'acier rapide, un chauffage préalable s'impose et une chambre de chauffe préparatoire a été construite sous la chambre de chauffe. Elle consiste en une ouverture au front du four en face de la résistance inférieure dans laquelle les outils sont placés, afin d'éliminer par cette chauffe légère les efforts internes du métal.

Un autre four, en service aux usines Scott, possède une chambre de 45 cm de large, 30 cm de profondeur et 115 mm de hauteur. Sa capacité est de 20 kilowatts, le voltage au départ étant de 220 volts et le voltage de marche de 70 volts. Le rendement atteint 60 %.

Ce four est construit pour le forgeage au mouton à 1.475°. Le réglage n'est pas, actuellement, entièrement automatique. Une fois la température désirée obtenue, elle peut être maintenue automatiquement entre certaines limites.

L'abaissement du voltage pour la marche courante est réalisé par des commutateurs magnétiques, dont l'action ne s'exerce que sur une faible partie du voltage.

Le type de four de M. Scott a des applications nombreuses. Les expériences ont été jusqu'à présent bornées au forgeage des métaux, à l'émaillage, au réchauffement des verres.

Le forgeage demande une température variant de 1.000° à 1.300° ; les fours ordinaires ne donnent pas une température uniforme dans la chambre. En marche continue, certaines pièces sont insuffisamment chauffées, d'autres trop. Ces dernières sont alors chauffées trop vite et leurs arêtes sont brûlées, ou bien on les enlève à temps et la partie intérieure n'a pas été amenée à la température voulue. La surface de la pièce, moins résistante que l'intérieur, se sépare du noyau. Enfin, l'oxydation superficielle amène des pertes importantes.

Pour le recuit, l'acier doit être chauffé au rouge de 700° à 850° suivant sa qualité, et refroidi ensuite lentement. Si la température qui correspond à l'acier traité est dépassée, le métal reste trop dur ; il peut aussi se recouvrir d'une écaille qui abîme les outils à l'usinage ; enfin il peut subir un changement de structure qui le rend fragile ou produit des fissures à la trempe.

M. Scott affirme que, pour une pièce déterminée qui doit subir un traitement thermique, il existe une vitesse optimum de réchauffement, une différence de température entre le milieu chauffant et la pièce qui est la plus favorable, une température maximum de réchauffement qui donne le meilleur résultat. Le four électrique permet la détermination expérimentale et précise de tous ces éléments.

Les brevets en France et à l'Etranger.

Les Brevets en Alsace-Lorraine.

Les demandes de brevet qui se déposent à l'Office national de la Propriété industrielle, à Paris, et à la préfecture, dans les départements, seront déposés, en Alsace-Lorraine, dans les commissariats de la République de Metz, Strasbourg et Colmar, où il sera dressé procès-verbal du dépôt.

Des fabricants, commerçants ou agriculteurs peuvent de même effectuer le dépôt de leurs marques de fabrique au greffe du Tribunal régional de leur domicile. Enfin, le dépôt des dessins et modèles peut être effectué au secrétariat du Conseil de Prud'hommes et, à défaut, au Greffe du Tribunal régional du domicile du déposant.

Grâce à ces dispositions, les fabricants d'Alsace-Lorraine ont les moyens de pourvoir dès maintenant à la protection de leurs propriétés au moment même où ils participent à la reprise générale de l'activité économique.

La loi de 1909 a prévu son cumul avec la loi de 1793 et les créateurs de dessins et de modèles en Alsace-Lorraine peuvent se tenir pour protégés par la double législation.

Pleine d'incertitude est la situation des Alsaciens-Lorrains propriétaires de brevets, marques ou modèles antérieurs à la guerre ou acquis pendant la guerre.

Il est à peine besoin de faire remarquer l'importance des intérêts en jeu ; pays riche aux ressources très variées, de population dense, l'Alsace-Lorraine a connu, même sous la domination allemande, tous les bénéfices d'une période de grande expansion industrielle.

L'Etat français comme les concurrents français se trouvent en présence d'une possession acquise et exploitée sous la protection des lois allemandes.

Ces titres de monopole ou de propriété exclusive attribués dans le passé par la souveraineté ennemie doivent aujourd'hui être consacrés par la loi française.

L'Allemagne ayant adhéré à la Convention d'union de Paris pour la protection de la propriété industrielle, il était loisible aux sujets alsaciens-lorrains d'user du bénéfice du droit de priorité pour faire reconnaître dans le délai d'un an ou de quatre mois les brevets ou les marques allemandes en France. Il faut envisager le cas de ceux qui, sans recourir à la convention, se sont contentés de la protection du droit interne. Leurs brevets ou leurs marques existant en vertu des lois allemandes nous paraissent, devoir être titularisés sous le régime des lois françaises, après avoir satisfait à certaines conditions. Le mode d'application de ce système soulève de nombreuses difficultés en ce qui concerne les dessins et modèles : il y a contrariété entre la loi allemande et la loi française : la durée de la protection de la loi française de 1909 est de cinquante ans, celle de la loi allemande de 1907 est de trente ans, de la loi de 1876 de quinze ans. Quelle durée adopter pour les anciens modèles allemands reconnus comme français ?

++

Perfectionnements aux lampes à incandescence. — L'invention consiste en un traitement spécial des filaments métalliques de lampe à incandescence, destiné à leur donner, avant leur mise sous courant, une structure granulaire telle qu'il ne se produit plus ultérieurement, en cours de service, aucune altération sensible (et en particulier aucune cristallisation) qui en compromette la durée économique.

Il a été reconnu en effet que le maximum de résistance mécanique et de durée des filaments de *tungstène*, de *molybdène* ou de *tantale* était obtenu lorsqu'on donnait au métal une structure de finesse moyenne, comportant par exemple 12 000 à 18 000 grains par millimètre carré.

Le moyen d'obtenir cette structure consiste à combiner judicieusement les deux modes de traitement qui donnent au filament les textures extrêmes, c'est-à-dire une formation granulaire d'une extrême finesse ou une formation à gros grains.

Or, la formation granulaire commence lorsqu'on chauffe le filament à la température de 18000° C, voisine de la température critique, et c'est en maintenant quelque temps cette température qu'on obtient la formation du filament à gros grains.

C'est au contraire lorsqu'on élève rapidement la température du filament au-dessus de la température critique, qu'on obtient la formation de la structure à grains serrés.

Le procédé qui fait l'objet du brevet consiste à réaliser successivement l'un et l'autre régime dans le traitement thermique du filament.

Par exemple, en appliquant au filament étiré d'une lampe établie pour 110 v. et consommant 40 w, après achèvement de cette lampe, une tension de 80 v d'une durée d'application de 5 minutes, puis une tension de 130 v. pendant une période de 5 minutes, on provoque le formation de grains de finesse moyenne, au nombre d'environ 12 000 par millimètre carré.

En remplaçant cette dernière période de chauffage à 130 v. par une période d'application de 15 minutes d'un courant à 110 v., on réalise la formation de 18 000 grains par millimètre carré.

(*The Westinghouse Lamp C°*, Brevet anglais Cl. 39 (II), n° 120 040, 18 décembre 1918.)

Conseils pratiques aux élèves des Écoles techniques.

TRAVAUX DE VACANCES

PROBLÈMES

1) Dans une distribution de courant continu à 3 fils, on veut établir un feeder en cuivre de 1.800 mètres de longueur devant débiter 600 ampères sur chaque circuit. Les dynamos donnent 120 volts à leurs bornes et l'on veut avoir 110 volts sur chaque circuit à l'extrémité du feeder. Quelles devront être les sections des conducteurs ?

***

2) On a une canalisation aérienne de 4.500 mètres de longueur, à deux fils parallèles de 6 millimètres de diamètre, parcourus par un courant monophasé de 50 ampères et de 60 périodes. Pour avoir 2.000 volts à l'arrivée, au moment de la pleine charge, quelle devra être la tension de l'unité génératrice ? Examiner les cas où

1° les fils sont à 20 centimètres l'un de l'autre;

2° à 70 centimètres (cos. $\varphi = 0{,}78$).

***

3) Quel est l'échauffement d'un fil de cuivre nu, en air calme, de 3 millimètres de diamètre, sur lequel sont branchées, en dérivation 4 lampes à arc de 12 ampères chacune montées deux par deux en série.

***

4) Un ampèremètre fonctionne avec un shunt et l'aiguille dévie totalement avec une d. d. p. de 0 volt 3 à ses bornes. Quelles dispositions doit-on prendre pour qu'il puisse être utilisé comme voltmètre sur un réseau de 110 volts?

***

5) Une lampe à arc est réglée pour 41 volts de tension aux *bornes*. A l'allumage des charbons, l'arc est plus long qu'en marche normale et le mécanisme de la lampe permet leur rapprochement. Sa tension maximum doit être 41 volts 6 et peut tomber à 39 volts 8 par le rapprochement des charbons. Cette lampe est branchée à une source de 43 volts et marche normalement avec 15 ampères. On demande :

1° La résistance à intercaler.

2° Le courant, si la tension aux bornes de la lampe monte à 41,6 volts.

3°. Le courant, si la tension aux bornes de la lampe tombe à 39,8 volts.

4° Quelle est l'intensité de la lampe en bougies, dans les deux cas, sachant que 1 ampère développe 300 bougies.

6) Un alternateur triphasé se trouve à 300 mètres d'un réseau d'éclairage où 230 lampes à 50 watts sont branchées en triangle. Les lampes fonctionnent normalement sous 110 volts de tension aux bornes. On demande :

1° Le courant dans chaque conducteur.

2° La résistance d'un conducteur (la chute de tension est de 2 % de la tension aux bornes des lampes).

3° La section d'un conducteur.

***

7) Une dynamo à courant continu possède 4 pôles ; la longueur de l'induit est de 23 centimètres, le diamètre extérieur de 39 centimètres et le diamètre intérieur de 10 centimètres. L'induction dans l'induit est de 8.500 unités C. G. S. ; le nombre de tours est de 1.200 tours par minute. Quelles sont les pertes par hystérésis et courants de Foucault? (L'induit est composé de feuilles de tôles douces de $0^{mm},5$ d'épaisseur.)

***

8) Faire un *Rapport* sur une usine électrique, ou une installation que vous auriez eu l'occasion de visiter pendant les vacances, ou décrire un appareil ou un instrument nouveau que vous auriez eu l'occasion d'examiner.

***

9) Décrire une expérience nouvelle d'électricité amusante ou scientifique que vous auriez réalisée ; ou imaginer un projet inédit que vous auriez l'intention de vérifier.

EN VACANCES

Voyages d'études. — Quelques jeunes électriciens, élèves de cours techniques, voudraient, en même temps qu'un voyage d'agrément, faire quelques visites d'installations électriques (par exemple en Alsace-Lorraine). On propose la date du 15 août.

On recevra avec reconnaissance les renseignements ou les recommandations que nos lecteurs voudraient communiquer à ce sujet.

Le Gérant : L. De Soye.

L'ÉLECTRICIEN

Revue Internationale de l'Électricité & de ses applications

PARAISSANT LE 15 ET LE DERNIER JOUR DE CHAQUE MOIS

Rédacteur en Chef : Maurice SOUBRIER

ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE

PROFESSEUR SUPPLÉANT D'ÉLECTRICITÉ INDUSTRIELLE AU CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIERS

SOMMAIRE

L'utilisation des forces hydrauliques : **L. Perrier.** — Le réseau de distribution électrique de Catalogne : **L.-D. Fourcault.** — L'électricité en agriculture : **F. Gibon.** — Un projet de mise en commun des réseaux de Belgique. — Les usines américaines. — La dépense d'électricité en électro-chimie. — Brevets d'invention. — Conseils pratiques aux industriels et aux élèves des écoles techniques. — Echos. — Adjudications. — Législation. — Informations. — Offres et demandes d'emplois.

L'Utilisation des forces hydrauliques.

Le projet de loi en ce moment en discussion va devenir le texte le plus important pour l'industrie électrique de l'avenir.

Son application va occuper toute une génération d'ingénieurs et d'ouvriers, transformer l'agriculture, l'industrie et le commerce, et même changer le régime de la propriété.

Les Electriciens auront intérêt à connaître dans quel esprit a été préparée la loi qui leur sera appliquée et nous leur présentons quelques idées du rapporteur, M. Perrier, député de l'Isère.

LES FORCES HYDRAULIQUES

Situation mondiale.

Bien que les estimations des chutes d'eau possédées par les divers pays ne puissent être que très approximatives, il semble possible de donner les indications suivantes sur les forces possédées par les principaux pays européens :

	Chevaux en eaux moyennes.
France	9.0 0.000
Norvège	7.500.000
Suède	6.750.000
Autriche-Hongrie	6.450.000
Italie	5.500.000
Espagne	5.000.000
Suisse	1.500.000
Allemagne	1.450.000
Grande-Bretagne	963.000

Situation française.

La France est donc le pays le plus riche en chutes d'eau.

Ses neuf millions de chevaux sont approximativement répartis de la façon suivante :

Alpes	4.500.000	chx
Massif central, Vosges et Jura	1.700.000	—
Pyrénées	2.000.000	—
Autres parties du pays	800.000	—
	9.000.000	chx

Sur ces neuf millions de chevaux, 750.000 seulement étaient équipés en 1913.

Sur 750.000 HP :

350.000 HP étaient utilisés dans les transports de force ;

400.000 HP étaient utilisés dans l'électrochimie et l'électrométallurgie.

La France utilisait donc moins que le dixième de la force disponible.

En 1913, les capitaux engagés dans les industries de la houille blanche s'élevaient à

500 millions de francs : distribution d'énergie ;

300 millions de francs : électrochimie et électrométallurgie.

On a indiqué que l'Allemagne et la Suisse utilisaient beaucoup mieux leur force hydraulique que notre pays (31,5 % et 25 %). Ces chiffres ont été contestés par M. le commandant Cahen, qui a justement marqué les difficultés d'obtenir des statistiques exactes.

La situation française en 1913 peut donc se résumer comme suit :

Force disponible : 9 à 10 millions de chevaux.

Force utilisée : 750.000 chevaux, soit 8 %.

Modifications apportées par la guerre.

Depuis les hostilités des progrès remarquables ont été faits dans l'utilisation de nos chutes d'eau. M. le commandant Cahen a mis en vue ces progrès de façon précise :

Puissance en chevaux :

Installée en 1916 à 1918	450.000
En installation pour 1919	125.000
En installation pour 1920-1921	275.000
Total	850.000

La force hydraulique en 1921 sera donc de 1.600.000 HP, soit 16 à 20 % de la puissance disponible, telle qu'elle est actuellement estimée.

Il est intéressant de connaître la répartition de ces nouvelles forces, tant au point de vue régions qu'au point de vue industries :

Répartition par régions :

Alpes	428.000 HP
Pyrénées	185.000 —
Plateau Central	200.000 —
Jura et Vosges	35.000 —
Ouest	2.000 —
Total	850.000 HP

Répartition par industries :

Transport de force	308.000 HP
Electrochimie	216.000 —
Electrométallurgie	326.000 —
Total	850.000 HP

Les nouveaux capitaux investis dans la houille blanche s'élèvent à 660 millions de francs.

En 1921, il y aura donc 1.460 millions de francs d'engagés dans les entreprises hydro-électriques, dont :

865 millions de francs dans les transports de force ;

500 millions de francs dans l'électrochimie et l'électrométallurgie ;

95 millions de francs dans la traction électrique.

Ces résultats extrêmement remarquables ont été obtenus par les efforts concordants des industriels et de l'Administration (1).

Utilisation de la houille blanche et la réduction de notre importation houillère.

Le débat récent qui a eu lieu à la tribune de la Chambre au cours de la discussion du projet de loi sur les mines a montré toute l'importance du problème du charbon pour notre développement industriel.

Les conclusions auxquelles sont parvenues à la fois le Gouvernement et la Commission des mines ont souligné la gravité de la situation et établi le rôle considérable primordial que joue, dans l'infériorité de notre industrie nationale, au regard des industries étrangères, le prix du charbon utilisé, lequel est commandé pour une large part par la nécessité où nous sommes d'importer une fraction importante de notre consommation.

A ce point de vue, quelques précisions ne sont pas inutiles à rappeler. Il faut, en effet, voir clair dans le lendemain de la guerre si nous voulons lutter sur le terrain économique.

Quelle est la situation ? Elle se résume ainsi pour 1913 :

Consommation	64.915.000	tonnes
Production	41.011.000	—
Importation	23.323.000	—

Au cours de la guerre la situation a été la suivante :

L'invasion allemande, en nous privant du Nord et du Pas-de-Calais, nous a supprimé 50 % de

(1) A noter spécialement que l'Etat a aménagé directement trois chutes, l'une sur la Corrèze (1.200 à 8.000 HP) pour alimenter la manufacture d'armes de Tulle ; la seconde sur la Nesle-du-Louron (Pyrénées) 1.500 à 2.000 HP pour alimenter une usine de cyanamide ; 3° sur la Garonne pour la ville de Toulouse.

notre production de 1913 en plaçant 24 % de nos mines, soit dans la zône envahie, soit dans la zône des armées au lendemain de la bataille de la Marne.

Malgré les difficultés, nos autres régions minières ont pu augmenter leur production.

Le Pas-de-Calais, qui faisait 12.218.000 tonnes avant la guerre, a pu, en 1917, avec la plus grande partie de ses fosses occupées par l'ennemi, arriver à un tonnage de 11.450.462 tonnes, c'est-à-dire à presque récupérer sa production.

La Loire est passée de 3.339.871 tonnes à 4.548.097 tonnes.

Les autres bassins ont passé de 7.689.520 tonnes à 12.893.143 tonnes.

En face de ces chiffres de production, plaçons ceux de nos importations. Ces dernières ont été de :

40 millions de tonnes, en 1915;
42 — 1916;
47 — 1917.

Quelle va être la situation après la guerre ?

Voyons les chiffres et faisons sur eux quelques prévisions, soit au point de vue de la production, soit à celui de la consommation.

La production a donc atteint 41 millions de tonnes en 1913, auxquels il faut ajouter 3 millions de surproduction obtenue pendant la guerre et dont on peut certainement escompter le maintien.

Ce total peut-il être augmenté ? Sans aucun doute, mais il est certain que ce ne peut être dans des conditions considérables. Il ne faut pas oublier que maints spécialistes ont signalé la situation très défavorable des gisements français. « Ils sont répartis dans des conditions géographiques telles qu'ils laissent à la production étrangère une zone d'hégémonie à peu près inévitable. »

Notre bassin de Valenciennes est, à la vérité, le seul réellement considérable. Nos groupements du Centre et du Midi, Montceau, Carmaux, Decazeville ne constituent que des îlots.

Situation défavorable, douloureuse même, mais que nous devons accepter virilement, comme bien d'autres nécessités. Puisque nous ne pouvons songer à accroître indéfiniment notre production houillère, efforçons-nous, — c'est un devoir national, — de chercher à restreindre notre consommation et à remplacer dans toutes les applications, où la chose est possible, la houille noire par la houille blanche. Il le faut d'autant plus que nous devons prévoir pour l'après-guerre une sérieuse augmentation de notre consommation en combustible.

Examinons donc de près notre situation.

Nous disons plus haut que la production houillère a atteint, en 1913, 41 millions de tonnes, total auquel nous pouvons adjoindre une surproduction, qui sera certainement maintenue, de 3 millions de tonnes. La Lorraine annexée ne nous donnera que 3.800.000 tonnes.

Au total 47.800.000 tonnes (1).

En face de ces prévisions, quelle va être notre consommation ?

En 1913, elle s'est élevée à 64.900.000 tonnes ; celle de la Lorraine annexée à 11.130.000 tonnes.

Le total est donc de 76.000.000 de tonnes auquel il faut certainement ajouter pour l'après-guerre une augmentation de consommation sur les industries françaises diverses qui s'élèvera certainement aux environs de 10 à 12 millions de tonnes, donc :

Production totale	47.800.000	de tonnes.
Consommation	88.000.000	—
Déficit	40.000.000	—

Voilà l'exacte situation à laquelle nous aurons à faire face après la guerre.

Laissons de côté, les diverses et nombreuses mesures par lesquelles on peut remédier à la situation et examinons simplement quelle peut être dans ces dernières la part de l'utilisation de l'énergie hydraulique.

Si l'on admet pour la France entière, entre la puissance moyenne et la puissance installée, le même rapport 4/7 qui est admis par M. de la Brosse pour la région des Alpes, la puissance hydraulique de 1.600.000 chevaux qui sera installée en France en 1921 correspondra à une puissance effective de 910.000 HP moyens.

Avec une utilisation continue de 8.640 heures par an, cette puissance représenterait :

$$910.000 \times 8.640 = 7.860.000.000 \text{ chx-heure.}$$

En réduisant l'utilisation à 5.000 heures par an (valeur acceptable pour les industries mécaniques et purement électriques, mais beaucoup trop faible pour les industries électrochimiques et électrométallurgiques), la puissance moyenne de 910.000 HP ne représenterait plus que :

$$910.000 \times 5.000 = 4.550.000.000 \text{ chevaux-heure.}$$

(1) Ce chiffre pourrait être porté à 56.800.000 tonnes avec production du bassin de la Sarre, dépendance économique de la Lorraine et dont la production est de 11 millions de tonnes.

Pour produire un cheval-heure avec le charbon, il faut environ 1 kilo de charbon. La puissance hydraulique installée en 1921 est donc l'équivalent de près de 8 millions de tonnes de charbon, en supposant une utilisation rationnelle, c'est-à-dire continue, de la puissance hydraulique.

Le déficit en charbon que nous indiquons plus haut et qu'on peut prévoir s'élevant à 40 millions de tonnes, la puissance hydraulique installée en 1921 représentera le cinquième de ce déficit.

Si l'on supposait réalisé l'aménagement des 9 millions de chevaux disponibles en France, ils correspondraient à 78 milliards de chevaux-heures, soit 78 millions de tonnes de houille, soit presque l'équivalent de notre consommation en combustible.

L'avantage serait encore bien plus grand, si l'on tient compte du formidable gaspillage, pour employer les termes très justes de M. de La Brosse, que re résente au point de vue du rendement de l'énergie, l'utilisation actuelle du charbon.

En effet, si l'énergie mécanique (celle de la houille blanche) est théoriquement susceptible de se transformer intégralement en énergie calorifique, l'inverse n'est pas vrai : l'énergie calorifique (celle du charbon) ne peut se transformer en énergie mécanique qu'avec un rendement théorique très mauvais, de l'ordre de 40 %.

Et l'infériorité du charbon s'accentue encore, si l'on envisage les rendements pratiques, concernant les divers modes d'obtention de l'énergie mécanique (ou électrique) et calorifique, à partir de la houille blanche et du charbon.

Energie de la houille blanche transformée en énergie mécanique = rendement de 75 %.

Energie de la houille blanche transformée en énergie calorifique = rendement de 45 %.

Energie du charbon transformée en énergie mécanique = rendement de 15 %.

Energie du charbon transformée en énergie calorifique = rendement de 15 %.

On voit qu'il est beaucoup plus avantageux, pour produire de l'énergie mécanique ou électrique, d'avoir recours à la houille blanche plutôt qu'au charbon. On voit même qu'il est préférable, au point de vue rendement de l'énergie, de produire l'énergie calorifique avec de la houille blanche qu'avec le charbon.

Il y a en somme un intérêt évident à employer l'énergie de la houille blanche d'abord aux applications électromécaniques, puis aux applications thermiques ; cette subordination des applications thermiques ne saurait évidemment être invoquée dans les fabrications électrothermiques où l'énergie électrique a un rôle spécifique indéniable et où elle ne saurait être remplacée par l'énergie thermique obtenue par le charbon.

Léon Perrier,
député de l'Isère.

Note sur la façon dont on évalue la puissance d'une usine hydraulique.

On peut évaluer la puissance d'une usine hydraulique avec trois unités différentes :

1° En chevaux-vapeur;
2° En kilowatts;
3° En poncelets.

1° Si on appelle D le débit en litres par seconde des eaux qui passent par les turbines et H la hauteur de chute en mètres, l'énergie dépensée par la chute en une seconde est de D H kilogrammètres, représentant une puissance en chevaux-vapeur de $\frac{DH}{75}$, puisque le cheval-vapeur fait par définition 75 kilogrammètres;

2° Le kilowatt correspond à $\frac{1000}{g}$ kilogrammètres où g est l'accélération de la pesanteur et $= 9{,}81$; il s'ensuit donc que le kilowatt équivaut à 101,937 et, en chiffres ronds, à 102 kilogrammètres. La puissance d'une chute en kilowatts est donc exprimée par la formule

$$P = \frac{DH}{102}$$

3° Enfin, le poncelet correspond à 100 kilogrammètres ou à 981 watts et la puissance d'une chute, exprimée avec cette unité est de $\frac{DH}{100}$ en kilogrammètres et $\frac{DH}{0{,}981}$ en kilowatts.

Comment passe-t-on d'une unité à l'autre ?

En gros, on peut dire que le cheval-vapeur est à peu près les 3/4 du kilowatt. Exactement, pour passer du cheval-vapeur au kilowatt, il suffit de diviser le chiffre de la puissance par 1,36 et, pour passer du kilowatt au cheval-vapeur, de multiplier le chiffre de la puissance par l'inverse de 1,36 soit 0,736 (1).

Quant au poncelet, on s'en sert aujourd'hui très rarement, et c'est le kilowatt et le cheval qui sont couramment utilisés.

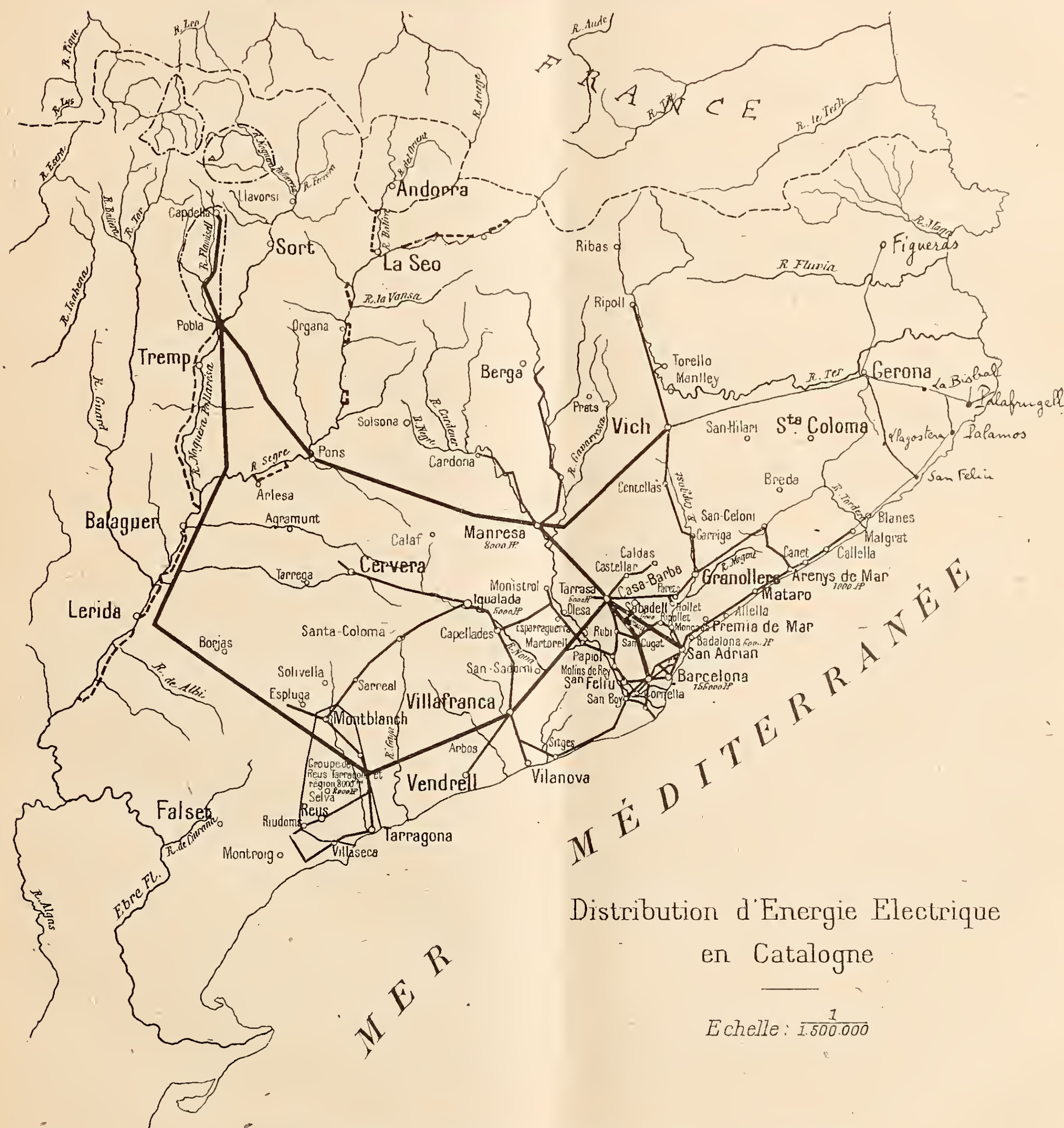
On peut à leur sujet faire la remarque suivante :

Le rendement des moteurs hydrauliques variant habituellement de 70 à 80 0/0, la puissance en chevaux recueillie sur l'arbre des moteurs oscille entre $0{,}70\ \frac{DH}{75} = \frac{DH}{107}$ et $0{,}80\ \frac{DH}{75} = \frac{DH}{94}$, dont la moyenne diffère peu de $\frac{DH}{102}$

(1) 1 cheval-vapeur = 0 kilowatt 736 = 0 poncelet 75.

L'ELECTRICITÉ EN ESPAGNE

UN GRAND RÉSEAU DE DISTRIBUTION



Utilisation de la houille blanche dans les Pyrénées.

Il est quelquefois utile de jeter un coup d'œil chez le voisin et de profiter des expériences d'autrui : Dans la circonstance, c'est du Midi que nous viennent les lumières, et le réseau mixte de Catalogne peut nous donner des indications.

**

Schéma du transport de l'électricité dans le réseau de Catalogne.

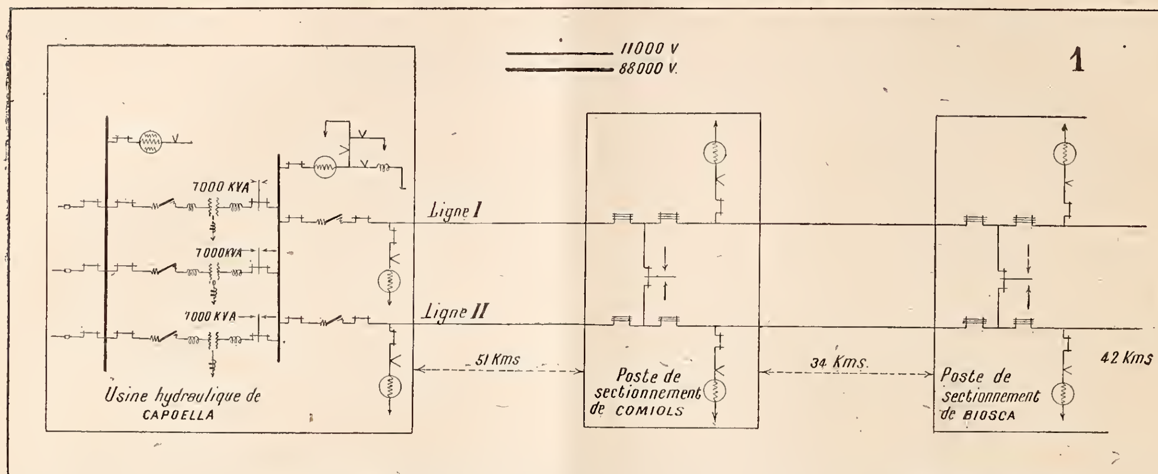


Fig. 1. — Premières sections, dans la région montagneuse.

INSTALLATION HYDRO-ÉLECTRIQUE SOUS HAUTE CHUTE

L'usine de Capdella et le réseau de Catalogne.

Schéma général du transport à 88000 v.

Légende

Sectionneurs ordinaires

— id — tripolaires

— id — avec contacts dans l'huile

Inter^s autom. à bain d'huile et résistance de choc

id — id — id — id — id — id —

Parafoudres.

Coupe-circuits à cornes.

Résistance à la terre, unipolaire, à bain d'huile.

— id — id — tripolaire — id — id —

Bobines de self-induction.

Au pied du versant espagnol des Pyrénées s'étend une région très industrielle dont Barcelone est le centre. Autour de la capitale de la Catalogne, aux multiples usines, d'autres villes importantes, comme Sabadell, Tarrosa, etc., sont spécialisées dans les industries textiles. Une force motrice très importante se trouve donc utilisée dans cette région. Toutefois l'Espagne ne possédant pas de mines de charbon, celui-ci doit être importé, en majeure partie, d'Angleterre ou d'Amérique, et atteint par suite un prix élevé.

Ces circonstances étaient particulièrement favorables au développement de l'emploi de l'électricité comme force motrice, et celle-ci a effectivement remplacé les installations particulières à vapeur. Une centrale thermique, construite par une société allemande, fut d'abord mise en service à Barcelone pour l'éclairage public et privé de cette ville. Mais l'importance du marché industriel était telle qu'une seconde société, d'origine française cette fois, put se constituer et créer en 1912-1913 un réseau de distribution alimenté par les chutes d'eau du massif voisin des Pyrénées. Le programme de « l'Energia Electrica de Cataluña », filiale de la Compagnie générale d'Electricité, comportait l'aménagement de 150.000 chevaux-vapeur de forces hydrauliques avec transport électrique à 200 km. Pour assurer la régularité technique de la distribution, aussi bien que par suite de la nécessité commerciale de s'implanter

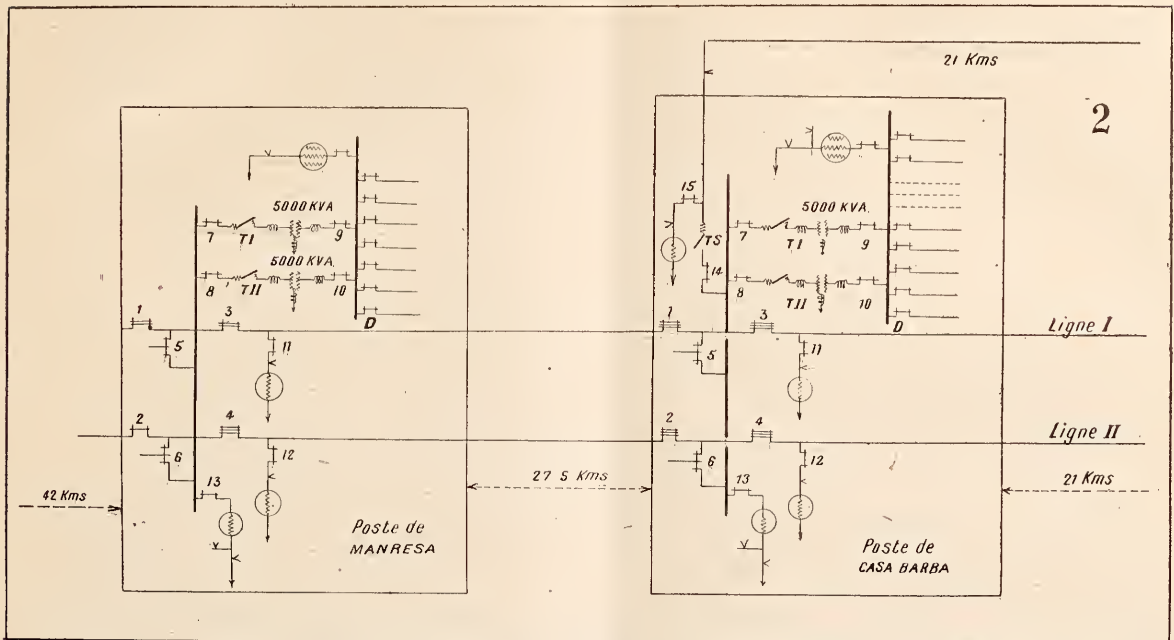


Fig. 2. — La partie moyenne du réseau de Catalogne.

A raccorder avec le schéma 1 (page précédente) et avec le schéma 3 (page suivante).

sans délai dans Barcelone, une usine thermique d'une puissance de 40.000 chevaux-vapeur a été installée au centre de la distribution, à San-Adrian, près Barcelone.

La houille blanche des Pyrénées.

Aménagement hydraulique. — L'énergie hydraulique captée est celle des chutes du Rio Flamissell, torrent des Pyrénées qui se jette dans un affluent de l'Ebre. L'installation d'ensemble comporte l'aménagement d'un bassin de plus de 30 kilomètres carrés de superficie, comprenant une chaîne d'environ 25 lacs naturels échelonnés, à des altitudes variant de 2.000 à 2.600 mètres. Des galeries ont été percées entre plusieurs des lacs qui ne communiquaient pas naturellement, de façon que l'un d'eux, le lac Estangento, devienne le point de prise d'eau, avec une réserve ainsi constituée d'environ 15 millions de mètres cubes. Les pluies ou neiges donnent une hauteur d'eau utilisable d'environ $1^{m},80$ sur tout le bassin aménagé pendant une année moyenne.

A une altitude aussi élevée, il a fallu évidemment vaincre de nombreuses difficultés d'accès et de climat. Une route de 35 km. de longueur a dû être établie au préalable en pays très accidenté pour relier l'emplacement des travaux à la seule route existante, laquelle se trouve d'ailleurs elle-même éloignée d'une centaine de kilomètres du chemin de fer le plus proche. On juge par cela des difficultés de transport du matériel et des matériaux dans une région souvent couverte de neige, et où la température s'abaisse jusqu'à — 25°. Pour cette dernière raison on a dû prendre des dispositions spéciales contre l'immobilisation des chutes par gel de l'eau. C'est ainsi que les galeries de communication entre les lacs ont été établies en souterrain, et la prise d'eau placée dans une chambre couverte au-dessous de la couche de glace hivernale, qui atteint environ 1 mètre d'épaisseur.

La hauteur de chute utilisée est de 835 mètres, entre la chambre d'eau dans le barrage du lac Estauguste et l'usine située en contre-bas sur la rive du Rio Flamisell. La conduite forcée amenant l'eau aux turbines est constituée par 4 tuyauteries d'acier de diamètre décroissant de 800 millimètres à la partie supérieure à 600 millimètres à la base, avec épaisseur croissant inversement jusqu'à 32 millim tres à l'extrémité inférieure.

Ces tuyauteries sont ancrées par des massifs en maçonnerie et posées en tranchée couverte, pour les garantir à la fois du gel et de la chute des avalanches.

Fig. 3. — La partie méditerranéenne du Réseau de Catalogne.

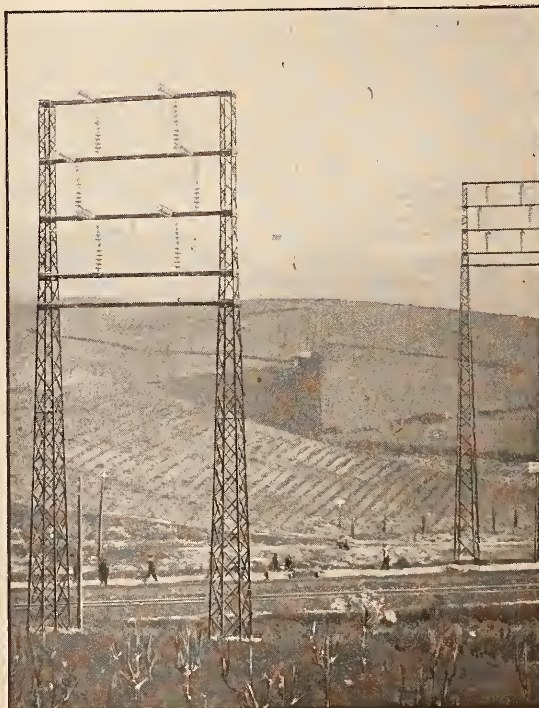
L'Usine hydro-électrique de Capdella.

Par suite de la nature abrupte du terrain à la partie supérieure des conduites forcées, on a dû leur faire traverser le rio Flamisell sur un pont spécial en ciment armé, pour aboutir sur l'autre rive à l'usine hydraulique de Capdella.

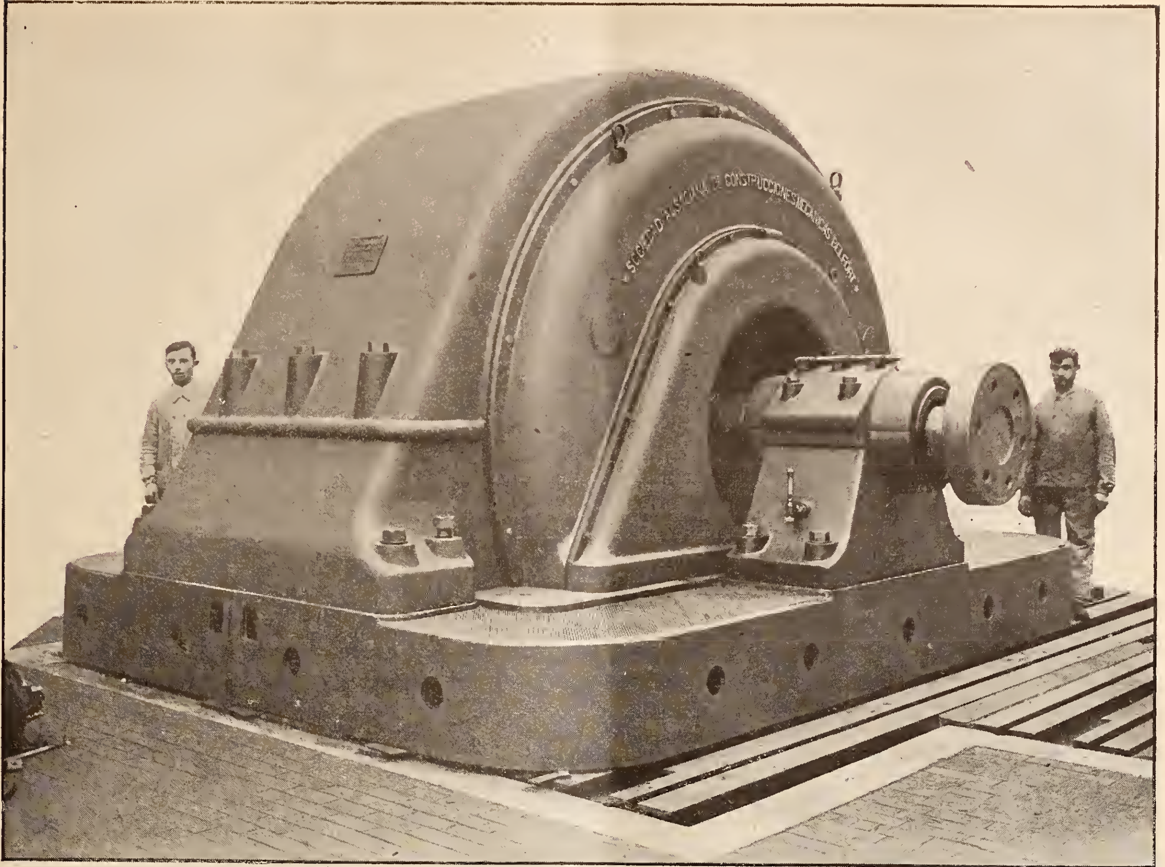
A leur arrivée dans l'usine, les conduites forcées sont accouplées par deux pour actionner deux groupes de quatre unités de 6600 chevaux, et deux groupes de 450 HP destinés à fournir le courant d'excitation des alternateurs.

Les turbines.

Chacune des turbines principales est construite pour une puissance maximum de 7900 chevaux à 500 tours par minute, sous 810 mètres de hauteur de chute nette. Ces turbines sont du système Escher Wyss-Zodel à libre jet, avec réglage par injecteur oscillant. Par suite des fortes charges atteintes, on a dû donner à ces turbines un système de graissage particulier : chaque palier est muni d'une pompe spéciale de circulation d'huile, commandée par courroie depuis l'arbre de la turbine. L'huile aspirée chaude aux paliers est refoulée dans un serpentin de refroidissement qui la conduit au réservoir d'écoulement de la turbine, d'où



Une ligne de transport.



Un des quatre alternateurs de 8000 K. V. A. (devant être accouplé avec une turbine hydraulique) au moment de son installation à l'usine de Capdella (Energia Elect. Cataluna) Espagne. Tens. 12.000 volts. Vitesse 500 t. par minute.

elle est reprise après passage à travers un filtre.

Le réglage de la vitesse par l'admission de l'eau a nécessité également des dispositifs spéciaux afin d'éviter des surpressions qui seraient dangereuses et produiraient des irrégularités, par suite de la forte pression sous laquelle se fait l'arrivée d'eau. L'aiguille de réglage habituellement employée est combinée ici avec un injecteur oscillant Zodel dont le fonctionnement est le suivant : lors de la manœuvre de fermeture, le déclanchement de cet injecteur tournant autour de l'axe produit la déviation de tout le jet de la roue motrice, avant la fermeture automatique et lente de l'aiguille qui se produit ensuite sans surpression. Puis le jet revient alors à sa position normale, sans qu'il se soit produit d'à-coups sensibles.

Les turbines actionnent des alternateurs triphasés 50 périodes à 11 000 volts. Des transformateurs en étoile élèvent le courant à la tension de transport de 88.000 volts. Le refroidissement de ces transformateurs est obtenu au moyen d'une pompe qui assure la circulation de l'huile à travers un serpentin refroidi par un courant d'eau.

Réseau de transport de force haute tension.

Le transport de force qui se fait à 88.000 volts de Capdella à Barcelone, soit 176 kilomètres, s'opère par deux lignes pouvant transporter 30.000 chevaux. Chaque ligne se compose de 6 fils de cuivre de 10 millimètres de diamètre, suspendus à des pylônes en acier au moyen d'isolateurs à chaine.

Des postes de transformation desservent des réseaux secondaires établis à 11.000 ou 22.000 volts selon leur développement. Des tensions de 3.000 ou 6.000 volts sont encore obtenues dans des postes intermédiaires pour arriver aux localités où la tension est enfin abaissée au voltage d'utilisation.

Entre l'usine et les premiers postes intermédiaires on a aménagé deux petits postes de coupure, afin de pouvoir sectionner la ligne en tronçons ne dépassant pas 50 kilomètres de longueur.

L'ensemble du réseau forme une vaste boucle se fermant par une ligne rejoignant la ligne principale vers l'usine de Capdella. En raison du grand développement des lignes aériennes à haute ten-

Le stator d'un alternateur de 8.000 kilovolts-ampères. Tension 12.000 volts. Vitesse 500 tours-minute pour accouplement avec une turbine hydraulique installée à l'usine de Capdella (*Energia Electrica* de Cataluna). Fabriqué par la Société alsacienne de constructions mécaniques qui a équipé la plus grande partie du réseau de Catalogne.

sion, les précautions contre la foudre ont été multipliées : toutes les entrées de postes sont munies de parafoudres à corne dont l'une des branches est mise à la terre par l'intermédiaire de résistances à bain d'huile. En outre, des parafoudres spéciaux protègent les barres omnibus à 88.000 volts.

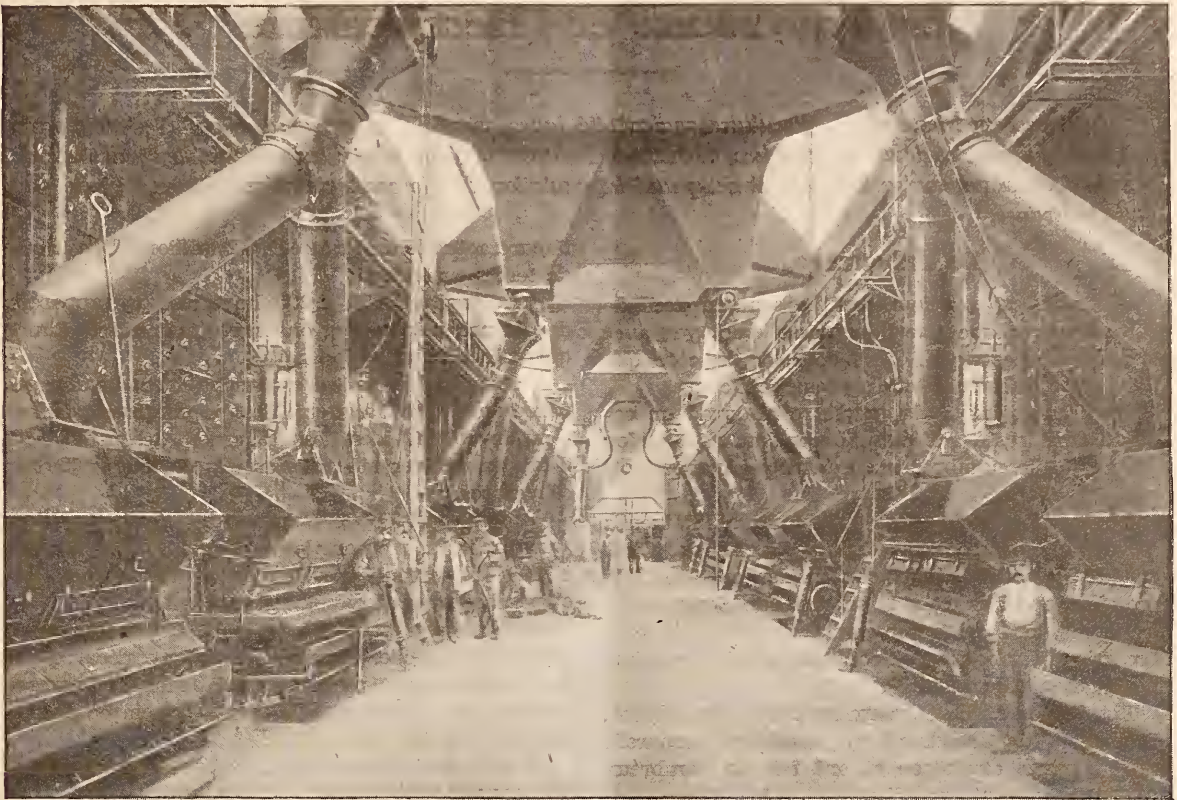
Usine thermique de San-Adrian.

L'emplacement de l'usine thermique a dû être spécialement recherché en vue des facilités d'approvisionnement en charbon et d'alimentation en eau en quantité suffisante pour une installation prévue de 100.000 chevaux, soit 4 unités de 20.000 chevaux et 2 de 10.000 chevaux. Ces conditions ont été trouvées réunies à San Adrian, à 6 kilomètres de Barcelone, dans un emplacement sableux entre la mer et le chemin de fer et à proximité de la rivière Rio-Besos.

L'usine a été construite en ciment armé, et montée dans des conditions de rapidité remarquables : un an après la reconnaissance du terrain, 20.000 chevaux étaient déjà en fonctionnement. La disposi-



L'usine thermo-électrique de San-Adrian. Vue générale.



Une centrale moderne. La salle des chaudières à l'usine de San-Adrian, près de Barcelone : une rue de chauffe.

tion des salles de chaudières, perpendiculaires au hall des machines, permettait ensuite le développement progressif de l'installation.

Les chaudières sont groupées par rues de chauffe desservant des groupes de huit générateurs Delaunay-Belleville d'une production de 14.000 kg de vapeur à l'heure chacun, à la surchauffe de 350° et sous 15 kg. de pression. Le charbon est amené par des transporteurs Simplex dans les soutes en ciment armé, d'où il descend sur des grilles de chargement automatiques Underfeed Stocher.

Des groupes turbo-alternateurs, d'une puissance de 10.000 ou 20.000 chevaux à 1.500 tours par minute, produisent le courant à 11.000 volts. Deux postes de transformation, établis près de l'usine, servant de postes élévateurs pour la période de distribution par l'usine thermique, deviendront postes abaisseurs à l'arrivée du courant de l'installation hydraulique.

Etant donné la grande quantité d'eau nécessaire pour assurer la condensation des groupes d'une telle usine, cette eau est prise en mer, au moyen d'une conduite posée sur une estacade. Celle-ci est, en outre, aménagée pour recevoir ultérieurement un transporteur de charbon. Cette eau est amenée, par siphonage produit à l'aide de pompes à vide, dans des chambres de décantation, où elle est aspirée par les pompes centrifuges assurant la circulation dans les condenseurs. Ceux-ci sont du système à refroidissement par surface.

Deux groupes convertisseurs 220 volts alternatif-125 volts continu, de 100 et 300 kilowatts, servent à l'alimentation d'une batterie d'accumulateurs de 100 ampères-heure et des services intérieurs de l'usine.

L. D. Fourcault,

Ingénieur,

Chargé de mission au ministère des régions libérées.

La Motoculture et l'Electroculture.

Quelques expériences de motoculture avaient été faites avant la guerre; on a essayé d'en tirer parti pendant la guerre, et depuis l'armistice on cherche à adapter à l'agriculture les tracteurs, les tanks, etc.

Mais rien ne vaudra l'électroculture, quand la captation des forces hydrauliques aura été faite par toute la France.

Le labourage.

Le treuil est pratiquement le seul appareil de culture mécanique que l'on puisse employer avec le moteur électrique. C'est donc de ce côté que doivent se tourner les efforts des électriciens.

En France, jusqu'à la guerre, le labourage mécanique était resté à l'état d'exception alors qu'en Allemagne le nombre des appareils à vapeur dépassait 2.000.

Les treuils électriques, tout comme les treuils à vapeur, sont connus depuis longtemps. C'est en 1879 que MM. Félix et Chrétien en firent la première application à la sucrerie de Sermaise.

Depuis lors de nombreux inventeurs se sont occupés du labourage électrique aussi bien chez nous qu'en Allemagne.

Les firmes A. E. G., Siemens et Halske, Hélios, Bergmann ont construit de nombreux appareils de labourage électrique et ont fait de nombreux essais, encouragés par l'empereur lui-même.

Malgré tous ces efforts et ces encouragements, le labourage électrique ne semble avoir prix aucun développement en Allemagne et dès 1909 presque personne ne s'en occupait plus.

Cette stagnation paraît due à des erreurs de principe de la part des constructeurs allemands et il ne faut pas conclure que le labourage électrique est impossible.

En France, le labourage électrique n'a pris aucune extension sérieuse ; il a été employé surtout pour le défoncement et on pourrait tout au plus citer quelques installations éparses dans le Midi et en Algérie.

Dans les circonstances actuelles les appareils de labourage électrique ne sont pas au point et d'une manière générale, les agriculteurs ne peuvent songer à faire du labourage électrique.

Les électriciens doivent s'efforcer de créer et de mettre au point des appareils répondant bien aux besoins de l'agriculture, sans attendre l'assistance des agriculteurs, ni celle des constructeurs de machines agricoles.

Il s'agit de créer des appareils nouveaux, de les essayer, de les mettre au point.

Ce travail demande beaucoup de temps, beaucoup d'argent. Mais il faut se rappeler qu'il y a à l'heure actuelle en France 1 à 2 millions d'hectares de terres en friche.

En comptant 150 à 200 hectares, par appareil de culture mécanique, on arrive au chiffre d'une quinzaine de mille appareils.

Vraisemblablement il en faudra bien davantage parce que, après la guerre, les populations rurales rempliront les vides des ateliers et des usines, et il faudra cultiver mécaniquement plusieurs millions d'hectares.

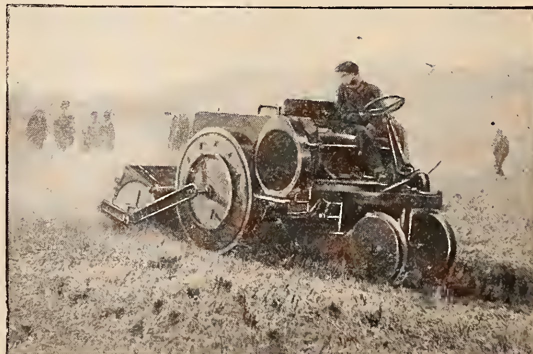
Ce sera un débouché important, tant pour les constructeurs que pour les secteurs, à raison de 150 à 200 kilowatts-heure de consommation par an et par hectare cultivé électriquement.

La France n'est d'ailleurs pas le seul débouché qui s'offre pour les appareils de culture mécanique. Le monde entier réclamait déjà avant la guerre des appareils de culture mécanique et en réclamera bien davantage après elle.

A côté des cultivateurs il existe aussi dans les campagnes et les petites agglomérations une catégorie de petits industriels, boulangers, charcutiers, charrons, menuisiers, mécaniciens, tourneurs, etc., atteints déjà avant la guerre par la pénurie de main-d'œuvre et qui seront après la guerre dans des conditions très difficiles. A ceux-là, l'électricité sera encore d'un grand secours.

Les tarifs d'électricité.

Lorsque l'énergie électrique est amenée à pied d'œuvre à la ferme, une autre question se pose, c'est celle des tarifs.



Essais de motoculture.

Elle joue à la campagne un rôle capital et c'est à une mauvaise application des tarifs que beaucoup de Compagnies doivent leur insuccès, car on applique à certaines installations les résultats et les tarifs correspondant à d'autres. Il importe avant tout de distinguer entre les régions qui consomment surtout de l'électricité pour l'éclairage, et pendant un temps très court, et celles qui l'emploient à la force motrice pour une durée plus prolongée.

A la campagne l'utilisation est d'ordinaire faible. Les résultats, pour un ensemnle de 20 propriétés qui couvrent 318 hectares sont les suivants : Utilisation pour chaque lampe branchée, 175 heures par an et 125 heures pour chaque kilowatt de force motrice.

Il résulte de cela que si les conditions ne sont pas particulièrement avantageuses, une station centrale purement agricole ne peut pas réaliser de bénéfices avec un prix de courant de 30 centimes pour la force. Non seulement la consommation de courant est moindre qu'à la ville, mais encore les canalisations sont plus chères.

Au début des applications agricoles de l'électricité on a commis la faute d'appliquer à la campagne le tarif de 25 centimes par kilowatt-heure, pour la force motrice. Lorsqu'on s'est aperçu qu'on n'arrivait pas avec le tarif à couvrir les frais, on a fait les tentatives les plus diverses pour modifier ce tarif. La majoration des prix a donné de grosses désillusions. Le paysan, économe par nature, employait alors son moteur beaucoup moins qu'auparavant. Il en résultait que les recettes n'augmentaient pas, tandis que les frais de production du kilowatt-heure augmentaient, puisque la durée d'utilisation diminuait.

Voici le tarif qui a donné les meilleurs résultats :

Au lieu de prendre comme base de l'établissement des tarifs l'importance des moteurs, il faut prendre la superficie de la propriété ou encore le nombre de têtes de bétail. Dans le sud de l'Allemagne et en particulier en Wurtemberg, un grand nombre de tarifs forfaitaires ont été basés sur le nombre d'hectares à cultiver ou sur le nombre de têtes de bétail et ont donné des résultats remarquables. Ils ont même permis d'installer des stations centrales à bon rendement dans les régions où la population est très disséminée. Avant tout ils donnent l'avantage considérable que l'on peut établir à l'avance des calculs de la valeur économique de l'entreprise absolument sûrs et qui ne peuvent conduire à aucune désillusion. Il n'y a pas à craindre de pertes par suite de marche sans raison des moteurs, car aucun paysan ne laisserait inutilement son moteur en marche après que le travail est terminé.

Au contraire, il faut écarter l'éclairage à forfait. Tandis que, pour les moteurs, la centrale ne court pas le risque d'alimenter des moteurs tournant inutilement, dans le cas de l'éclairage forfaitaire, au contraire, il y a une très grande consommation inutile qui porte préjudice à la centrale.

Les centrales purement agricoles, si elles sont convenablement exécutées, peuvent donner des résultats économiques absolument satisfaisants partout où les conditions économiques ne sont pas particulièrement défavorables. Si l'on a affaire à des régions où la surface cultivée est moindre, 0,7 à 1 hectare par habitant, il faut des tarifs forfaitaires très élevés pour réaliser des bénéfices.

Parmi les grandes sociétés françaises qui ont attiré à elles une importante clientèle agricole, il faut citer l'Energie électrique du littoral méditerranéen, le Sud électrique, et la Société nîmoise. Ces sociétés ont réussi parce que, dans les régions qu'elles desservent, l'arrosage est indispensable à la culture.

Les tarifs intéressant les usages agricoles sont les suivants :

Heures de jour : 20 centimes le kilowatt-heure avec 25 francs de minimum annuel par cheval installé, 15 centimes avec 50 francs de minimum.

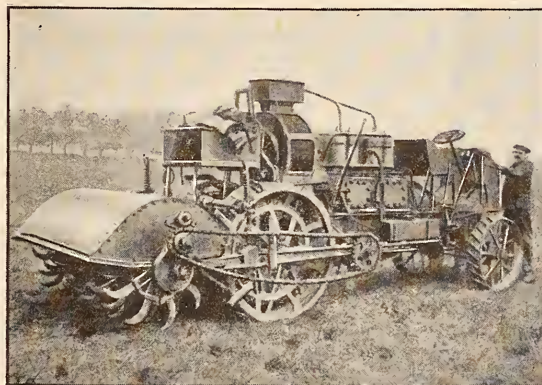
Heures de nuit : 30 centimes le kilowatt-heure.

20 % de rabais aux syndicats.

Elévation d'eau, 20 centimes le kw-h.

D'autres Compagnies emploient encore les tarifs suivants :

Les 500 premiers kw-h. par mois.......	0 fr. 25
Les 500 suivants	0 fr. 20
Les 500 —	0 fr. 15
Le reste	0 fr. 10



Ce qui remplacera la charrue.

Utilisation de l'électricité.

Les applications de l'électricité pour élévation de l'eau pour arrosage et irrigation donnent un coefficient d'utilisation très favorable et qui est

susceptible d'augmenter très vite. Ainsi dans un même réseau cette application a absorbé en :

1908	6 500 kw-h.
1909	11 500 —
1910	18 300 —

Les réseaux électriques ont tout intérêt à s'assurer la fourniture de l'énergie pour ce genre d'application. C'est ainsi que certaines Compagnies du Midi de la France se sont acquis une importante clientèle agricole.

Pour les petites laiteries, le coefficient d'utilisation est à peu près régulier d'un bout de l'année à l'autre. Pour de grandes laiteries, on aurait un maximum de consommation en été parce que pendant cette période les vaches donnent plus de lait et aussi parce qu'il faut actionner les frigorifiques. De plus la charge de laiterie a lieu pendant le jour. C'est donc une consommation intéressante. Malheureusement l'énergie demandée par une laiterie est relativement faible vis-à-vis de celle demandée pour les autres applications agricoles.

Par contre, tous les appareils relatifs à la préparation de la nourriture du bétail avec des aliments secs (tourteaux, racines, paille hachée, grains concassés), sont beaucoup moins intéressants. En effet cette nourriture se donne en hiver, c'est-à-dire pendant des périodes où les réseaux sont assez chargés par ailleurs. Aussi est-il illogique d'appliquer aux agriculteurs un tarif uniforme pour la force motrice, soit qu'ils utilisent leurs moteurs en hiver pendant les heures d'éclairage ou en été pendant le jour.

N'ayant aucun intérêt, au point de vue de la dépense de courant, à faire fonctionner leurs moteurs à des heures déterminées, les agriculteurs les mettent en marche au moment où ils leurs sont le plus commodes, par exemple, en hiver, le soir en rentrant des champs, pour concasser leur grain tandis qu'ils pourraient tout aussi bien faire ce travail le matin de bonne heure. Il en est de même dans une certaine mesure pour les autres applications.

Pour le battage il y a des anomalies apparentes. Pour certaines installations, le maximum de consommation a lieu immédiatement après la récolte en août.

Pour d'autres, ce maximum se trouve décalé et reporté aux mois d'hiver. Ceci provient de ce que le battage se fait de deux façons différentes. Dans certaines régions on bat avec des batteuses portatives de puissance supérieure à 5 chevaux et l'on se débarrasse du battage très souvent en plein air, aussitôt que possible après la récolte. Dans ce cas les batteuses, qui sont la propriété d'entrepreneurs ou de coopératives, marchent toute la journée, constituant ainsi une très bonne charge d'été.

Dans d'autres régions, chaque ferme a sa petite batteuse fixe ; on rentre alors les récoltes pour les battre à temps perdu au fur et à mesure des besoins. Les moteurs employés sont alors plus faibles, et les battages durent longtemps, parfois jusqu'en mars ou en avril. L'agriculteur cherche alors à les réaliser par mauvais temps ou le soir en hiver, ce qui n'améliore pas le facteur de la centrale.

Dans l'état actuel des choses il faut considérer la clientèle agricole comme une clientèle d'appoint susceptible d'améliorer l'utilisation du matériel et des installations pendant le jour, notamment pendant les heures de faible éclairage de l'été.

Pour développer les applications agricoles de l'électricité, il est nécessaire d'étudier méthodiquement les besoins apparents ou latents d'une région, ainsi que les modifications aux conditions agricoles susceptibles d'améliorer la consommation de l'énergie électrique (par exemple : substitution des cultures arrosées ou irriguées aux cultures ordinaires), en organisant une propagande convenable adaptée aux besoins des agriculteurs et en pratiquant des tarifs modérés et peu compliqués.

Le moyen de diminuer le prix d'établissement des lignes d'adduction est le suivant : les départements ont presque tous des programmes de voies ferrées d'intérêt local assez important et au cours des dernières années les conseils généraux avaient une tendance marquée à demander la traction électrique sur les nouvelles voies quand le trafic prévu justifiait les dépenses.

Sur la ligne d'alimentation du chemin de fer peuvent se greffer des ramifications des réseaux secondaires et ainsi les populations rurales peuvent avoir de la lumière et de la force dans des conditions avantageuses. L'on peut dire que la vulgarisation de l'électricité à la campagne est intimement liée à la construction des chemins de fer d'intérêt local.

Voici à ce sujet l'opinion de M. Foy, directeur de la Société d'Electricité de Caen :

« Il est incontestable que l'électrification des chemins de fer d'intérêt local contribuera dans une large mesure à la diffusion de l'énergie électrique dans les campagnes. Alors qu'une société de distribution hésiterait à créer une ligne pour l'alimentation spéciale des petits villages sur un long parcours et représentant un débit restreint dont le résultat serait absorbé par les frais généraux d'entretien et de surveillance de ces lignes, elle fera volontiers cette distribution accessoire, si le principal but de son établissement consiste en une fourniture notable d'énergie pour la traction.

« C'est en quelque sorte, une distribution résiduelle dont on pourrait faire bénéficier la ferme et les champs, avec les multiples applications que le fermier et le cultivateur y trouveraient. »

Vulgarisation de l'électricité.

La vulgarisation de l'électricité. — Le paysan est réfractaire aux idées nouvelles. Il faut gagner sa confiance par une continuelle propagande.

Afin d'encourager les agriculteurs, la Société des Forces motrices du Refrain a installé gratuitement dans divers villages agricoles l'électricité chez un certain nombre de petits fermiers en les avisant que si, au bout d'un temps déterminé, ils n'étaient pas satisfaits de l'installation, ils pourraient restituer le matériel à la société sans aucun débours. Tous ont conservé leur installation.

— En Allemagne, c'est grâce au hache paille à commande électrique que l'emploi de l'électricité s'est vulgarisé à la campagne. La préparation de la ration : fourrages, tourteaux, etc., a lieu le soir lorsque le paysan rentre du travail. Pour épargner un surcroît de fatigue aux bêtes et gens, il recourt volontiers à un moteur électrique.

Le hache-paille à commande électrique est devenu courant en Allemagne.

Le moteur, placé sur le sol, est muni d'un réducteur de vitesse, qui abaisse la vitesse de 1.450 tours par minute à 360 tours pour attaquer directement par courroie le hache-paille qui fait de 80 à 150 tours par minute.

Après ce premier pas dans la ferme, le besoin se fait sentir de donner au moteur d'autres applications et bientôt la conquête est complète.

C'est le moteur triphasé, bon marché et d'un maniement simple, surtout le moteur à induit en court-circuit sans appareils de démarrage compliqués, qui a favorisé l'introduction de l'électricité dans l'agriculture.

On ne saurait trop insister sur ce point que le matériel agricole doit être simple et robuste, car le paysan s'effraye de la moindre complication.

Dans beaucoup de fermes, il existe deux moteurs électriques :

Un moteur de 1 à 3 chevaux nécessaire pour les usages intérieurs avec transmission. La puissance de ce moteur est suffisante pour les installations de l'intérieur de la ferme.

Un moteur de 8 à 15 chevaux, monté sur chariot, pour l'extérieur : battages, irrigations, etc.

Dans les départements qui ne sont munis d'aucun réseau de distribution, la coopérative doit intervenir. C'est ainsi que dans l'Eure-et-Loir une coopérative agricole assure à divers villages l'éclairage et la force motrice. Elle possède une installation à gaz pauvre de 40 chevaux qui donne d'excellents résultats.

++++++

L'électricité et la végétation.

A côté des applications mécaniques de l'électricité à la ferme, il en existe d'autres qui, pour n'être encore qu'à la période expérimentale, n'en sont pas moins intéressantes. Nous voulons parler de l'électroculture ou action de l'électricité statique sur la végétation.

En 1885, Lemstrom eut l'idée d'étudier l'influence de l'électrisation artificielle sur le développement des plantes. L'électrisation augmentait le rendement et hâtait la maturité.

Les expériences entreprises pendant six ans en Angleterre et les résultats obtenus ont pleinement confirmé les prévisions déduites des premières expériences. Le rendement en froment notamment a été augmenté de 25 % en moyenne et la qualité du grain récolté a été sensiblement améliorée.

L'électricité provoque dans le sol des réactions chimiques qui préparent heureusement les substances nutritives des plantes ; elle accélère la circulation de la sève et protège les plantes contre les insectes. Dans un essai fait à Prague, le rendement agricole de plusieurs espèces de plantes a doublé.

On s'y est servi du rayonnement de l'électricité statique à haute tension. Sur des isolateurs portés par des poteaux en bois, on a attaché des fils d'acier distants l'un de l'autre de 100 mètres ; sur ces fils était tendu un filet rayonnant formé de fils de fer, de 0,2 millimètres de diamètre, espacés de 10 mètres. Le filet rayonnant fut disposé à 4 mètres au-dessus du champ, de manière à ne pas gêner les travaux agricoles.

Une station électrique chargeait le filet à haute tension statique, au moyen d'un interrupteur à mercure, d'un transformateur et d'une soupape électrolytique. On commençait à transformer le courant alternatif ordinaire en courant à haute fréquence. Puis on élevait la tension par des transformateurs à la valeur de 100.000 volts. On redressait enfin le courant, car le courant alternatif aurait été inefficace pour le but à atteindre. Comme le courant doit s'écouler sans cesse du filet rayonnant vers la terre, un des pôles du transformateur était branché au filet, l'autre à la terre. La consommation d'énergie électrique est très faible, 120 volts par 2 ampères.

En terminant rappelons que les revenus agricoles français peuvent s'évaluer environ à 20 ou 25 milliards et qu'ils pourraient être portés à 40 milliards au minimum par un effort approprié, par le développement de la culture mécanique et l'application générale du machinisme et l'électricité à la ferme :

Aussi faut-il tout faire pour garder le paysan à la campagne.

La ville, avec le mirage de ses plaisirs faciles, exerce une attraction funeste. Pour arrêter cet exode vers la ville et éviter la crise de la main-d'œuvre à la campagne, crise qui se faisait déjà sentir avant la guerre, il faudrait faire un très grand effort. Il faudrait que le paysan trouve à la campagne : du bien-être, des distractions, une vie plus large, des facilités de communication.

L'électricité, avec ses multiples applications : éclairage, force motrice, tramways interurbains, téléphone, etc., apporte à la ferme la propreté, l'hygiène et le bien-être.

F. Gibon,

Président de l'Amicale des Electriciens diplômés du Conservatoire national des Arts et Métiers.

Un projet de mise en commun des productions d'électricité en Belgique.

++++++++++++

En vertu de l'adage national belge « *l'union fait la force* » qui, en industrie, se traduit par cet autre : « le groupement abaisse le prix de revient », M. Carlier, ingénieur, répétiteur du cours d'exploitation des chemins de fer à l'Université de Liége, a lancé en Angleterre en 1916 un intéressant projet d'union dans la production des centrales électriques de Belgique dont voici la teneur :

Objet. — Il est proposé de constituer en Belgique une Société nationale, dont l'objet serait d'associer et de relier entre elles, par *un réseau de compensation* à haute tension, les grandes centrales de distribution publiques et industrielles, tout en assurant aux capitaux engagés dans l'entreprise un revenu suffisant.

But. — Le but de la Société nationale serait de :

1° Fournir aux chemins de fer de l'Etat le courant nécessaire à la traction, à un prix inférieur au prix auquel ils pourraient le produire par une ou plusieurs centrales autonomes et auquel une des centrales associées seule ne pourrait le leur fournir.

De ce fait, les chemins de fer *ne pourraient se dispenser* de s'adresser à la Société nationale pour la fourniture du courant nécessaire à la traction.

2° De diminuer, dans les exploitations associées, les dépenses de premier établissement, d'assurer une meilleure utilisation des installations existantes, de diminuer les frais de production et d'assurer, avec un minimum de charges financières, le maximum de réserve et de sécurité.

3° D'assurer également l'expansion de l'industrie électrique.

En effet, le prix de revient de l'énergie électrique étant diminué, on peut y voir une conséquence, moins immédiate, mais non moins importante, à savoir celle du développement de la grande industrie électrique de Belgique, pour le plus grand bien du pays en général, des producteurs d'énergie et des constructeurs de matériel en particulier.

***

Restrictions. — La Société s'interdit *formellement de faire la concurrence à ses propres associés* dans la vente de l'énergie. Elle se bornerait à acheter le courant à ceux de ses associés qui pourraient le lui fournir à des prix particulièrement favorables, et à le revendre exclusivement à ceux de ses associés qui ne parviendraient à le produire dans leur centrale qu'à un prix supérieur à celui auquel la Société nouvelle le leur offrirait.

Pour la fourniture du courant de grosse traction aux chemins de fer de l'Etat, elle agirait au mieux de ses intérêts, qui sont aussi ceux de ses associés.

La Société n'accepterait d'associer que des centrales dont la puissance est supérieure à 1.000 kw, par exemple, ou utilisant les sous-produits de leur industrie à la production de leur électricité : *gaz de hauts-fourneaux*, gaz de fours à coke, vapeurs d'échappement.

La Société achèterait principalement son énergie aux centrales industrielles qui fonctionneraient sous une charge constante. Les *pointes de charge* seraient fournies par les unités les plus économiques des centrales de distributions publiques.

Au cas probable où la production des centrales industrielles ne suffirait pas, la production supplémentaire serait assurée par les centrales de distributions publiques, la charge étant répartie entre elles par un organisme régulateur dit : « les stations de contrôle de la Société », en relation téléphonique avec chacune des usines génératrices. Le fonctionnement de ces stations de contrôle peut être défini comme suit : jour et nuit, un technicien, ayant sous les yeux un schéma de l'ensemble des installations, y recevrait, toutes les heures ou toutes les demi-heures, les relevés des charges de tout le réseau, et, d'autre part, sur un diagramme seraient enregistrées les charges aux diverses stations. En un mot, ce technicien serait constamment mis au courant de tous les incidents existant dans la production et le débit de l'énergie électrique. Il contrôlerait l'ensemble du réseau.

Il pourrait ainsi assurer la répartition la plus rationnelle possible de la charge, pendant le fonctionnement normal, en tenant compte des chiffres de production, des puissances disponibles et de tous les éléments qui interviennent ; et il pourrait donner à l'avance des instructions pour l'arrêt et la mise en marche des machines, en se guidant sur les diagrammes des jours précédents, et sur les informations téléphoniques des centrales associées ; et, enfin, assurer la mise en service immédiate des unités de secours, en cas de besoin.

Un système semblable, qui fonctionne sur une grande échelle en Angleterre dans les comtés de Durham et de Northumberland, en Allemagne dans le bassin rhénan-westphalien, en France dans le Pas-de-Calais et dans tout le Midi, doit évidemment convenir à la Belgique.

++++++

Le projet est pratique.

Résultats financiers. — Le projet d'exécution immédiate comprend donc les deux réseaux souterrains des régions industrielles de Charleroi et de Liége, deux de l'agglomération bruxelloise et d'Anvers, ainsi que la réunion de ces réseaux par des lignes aériennes de 30.000 à 40.000 volts.

La dépense totale peut être évaluée à 10 ou 11 millions de francs, entraînant une charge annuelle de 800.000 à 880.000 francs, pour la rémunération des capitaux, leur amortissement, les réserves, etc. Les frais d'exploitation seraient de 400.000 à 500.000 francs.

Les recettes de la Société consisteraient principalement dans la revente de la puissance disponible constitué par les 50.000 à 60.000 kw économisés par les mises en commun, en une imposition financière aux centrales associées pour le prêt de réserves appartenant au groupement général et en des bénéfices sur le commerce de l'énergie électrique.

Des contrats pour la location des réserves centrales associées et pour l'achat de l'énergie interviendraient entre la Société nationale et ses associés, etc., etc.

Il n'est pas douteux que l'influence morale de la Société nationale ne tarderait pas à devenir considérable, car elle serait, après quelque temps, le représentant de la grande industrie électrique belge auprès des pouvoirs publics et aboutirait certainement à une meilleure organisation de la défense des intérêts de l'industrie électrique que tous les organismes qui ont été proposés jusqu'à ce jour. En matière d'industrie électrique, la Société nationale offrirait beaucoup de ressemblance avec le « Railway Clearing House » anglais et le « Clearing Bank », lesquels rendent d'éminents services soit aux maisons de banque, soit aux chemins de fer, en unissant, par exemple, dans les transports, les différentes compagnies associées et en répartissant ensuite entre elles les dépenses et les recettes concernant ces transports.

Comme suite à ce projet, un **Comité d'études pour la mise en commun des productions d'électricité en Belgique** fut fondé à Londres en janvier 1917. Ce comité est présidé par M. Maurice de Nayer, administrateur-délégué de la Société des Docks, Force et Lumière de Gand ; son secrétaire est M. le baron F. Chazal, secrétaire de l'enquête économique du Gouvernement belge.

++++++

Il économiserait la houille.

Avant-propos. — On se préoccupe beaucoup en ce moment de réaliser des économies de combustible ou tout au moins de faire donner au charbon son maximum de rendement. Ce problème, que la guerre a mis en évidence, pourrait être résolu, pensons-nous, par la mise en commun des productions d'électricité et par la collection des énergies dites perdues.

La puissance mobilisée dans l'industrie belge est de 1.483.557 chx. Celle mobilisée dans les services de transport (chemins de fer et tramways) s'élève à 1.395.781 chx, soit au total 2.879.338 chx mobilisés.

On a évalué la puissance moyenne qui serait mobilisée dans les industries de transport, si elles étaient toutes équipées à l'électricité, à 250.000 kw. De même, la puissance moyenne mobilisée par l'industrie serait de 500.000 kw pour la Belgique entière. Ce sont là des chiffres bien inférieurs à ceux dus à l'emploi de la vapeur, parce que, dans les centrales électriques supposées réunies en un *seul système général*, les puissances locales variables s'additionnent algébriquement pour constituer sur le réseau général de distribution une moyenne de toutes les puissances instantanées.

Ainsi se manifeste déjà un avantage de l'électricité.

Il est assez difficile et délicat de chiffrer actuellement l'économie annuelle de combustible que nous pourrions réaliser en Belgique. Voici pourtant une évaluation sommaire :

I. *Industrie.* — En 1912, il a été produit dans les trois provinces du Hainaut, de Namur et de Liége, 22.972.140 tonnes de charbon valant 380.444.300 fr. (valeur moyenne de la tonne : 16 fr. 56).

En considérant que la puissance moyenne mobilisée dans l'industrie belge est utilisée pendant 3.000 heures par an (300 jours de 10 heures) et le chômage des machines (réparations, entretien, etc.) comme représentant une diminution de 10 % sur la puissance installée, on peut dire que 90 % des 1.483.557 chx mobilisés donnent une puissance réellement développée de 1.001.400 *chx actifs*, en supposant que la charge moyenne des machines soit 75 % de la charge maximum.

En nous basant sur une dépense moyenne de 2,3 kgs de charbon par cheval-heure, la dépense totale serait de 1.001.400 × 2,3 = 2.303.220 kgs de charbon par heure.

Et pour l'année entière, la dépense serait de 2.303.220 × 3.000 = 6.909.606 tonnes.

En calculant la dépense totale sur la base de 16 fr. 56 par tonne, nous arrivons au chiffre de 115.114.869 fr.

La puissance motrice centralisée sous forme d'énergie électrique pour remplacer ces 1.001.400 ch. actifs ne se monterait pas à plus de 500.000 kw, soit 500.000 × 1,36 = 680.000 ch.

Par kilowatt-heure distribué, la consommation de charbon n'excéderait pas 2 kgs, vu les résultats obtenus actuellement dans les centrales. Et encore nous ne tenons aucun compte de la production de l'électricité au moyen des sous-produits de fabrication : *gaz de hauts-fourneaux*, fours à coke, etc., par lesquels la consommation de charbon est réduite de 20 %.

Le résultat économique sera donc à coup sûr plus avantageux encore, puisque nous partons de l'hypothèse que toute l'énergie électrique nécessaire est produite par le charbon brûlé directement dans des foyers de chaudières à vapeur. Par heure, la dépense totale serait donc de 1.000 tonnes de charbon. Pour 3.000 heures ou année industrielle entière elle serait de

3 millions de tonnes représentant une valeur de 3.000.000 × 16,56 = 49.680.000 fr.

Ce chiffre rapproché de celui de 115.114.689 fr. (coût de l'alimentation en charbon des 1.001.140 ch. *actifs*) nous donne une économie d'environ 60 %.

Le chiffre de 3.000 heures fixe une moyenne. Il peut être considéré à la fois pour la production de force motrice industrielle et de lumière. Il est des industries qui ne travaillent réellement que pendant 260 jours par an et à raison de 8 heures en moyenne par jour, soit pendant 2.100 heures environ ; d'autres travaillent pendant 4.000 heures par an environ ; enfin il en est qui travaillent encore davantage.

En résumé, on pourrait économiser 60 % de la valeur du charbon consommé pour la production de la force motrice, c'est-à-dire 65 millions de francs en chiffres ronds, si l'on pouvait concentrer la production de la puissance motrice et collecter autant que possible *toutes* les énergies perdues.

II. *Transports.* — Au sujet des transports, nous ne considérons que les chemins de fer, laissant de côté les tramways, les bateaux, etc. L'économie à réaliser est importante.

Les chemins de fsr consomment des agglomérés de charbon plus chers que la houille (briquettes) qui représentent les 3/4 du chiffre total de combustible employé.

D'autre part, il a été démontré en maintes circonstances que l'électrification permet de réaliser une économie de plus de 50 % sur le coût du charbon brûlé, comparativement avec le système de traction à vapeur.

Or, la comptabilité des chemins de fer de l'Etat de 1908 indique un chiffre de 1.874.807 tonnes de charbon brûlé. Avec l'augmentation du trafic de 1908 à 1912, nous arriverions à un total de 2.062.287 tonnes. La traction à vapeur aurait donc coûté, à un prix moyen de 18 fr. la tonne de charbon (les briquettes valant 20 fr. et le charbon ordinaire 16 fr. 56 la tonne), la somme de 2.062.287 × 18 = 36.121.166 fr.

L'électrification totale du railway permettrait de réaliser sur cette dépense une économie de plus de 18 millions de francs. Encore n'est-il pas tenu compte de la production de l'électricité au moyen de sous-produits de fabrication.

Il ne faut d'ailleurs pas s'étonner de ce que la concentration de la puissance motrice par l'électrification entraîne des résultats plus considérables pour l'industrie en général que pour les transports par voie ferrée. L'utilisation des machines motrices dans l'industrie est *plus complète* que sur les chemins de fer ; les locomotives de l'Etat belge chômant pour cause de réparation représentent 1/5 de l'effectif total, et l'utilisation journalière et annuelle d'une locomotive à vapeur est très réduite. Elle se résume en moyenne, pour sa vie entière, à un millier d'heures utiles par an, parfois même moins.

III. *Conclusions.* — En résumé, il semble que pour la Belgique la substitution du courant électrique à la vapeur, dans la majorité des industries, permette de réaliser au minimum chaque année les économies suivantes de combustibles.

1° Dans l'industrie en général : 3.909.000 tonnes de charbon (puissance motrice, lumière, etc.).

2° Pour les chemins de fer : 1 million de tonnes environ, soit au total 5 millions de tonnes par an.

Comme, en 1912, la production totale de charbon en Belgique était de 22.972.140 tonnes, l'économie représenterait donc à peu près 22 % de ce chiffre.

En espèces, cela équivaudrait à une économie de :

65 *millions* de francs pour l'industrie ;
18 *millions* de francs pour les chemins de fer ;
Total : 83 *millions* de francs.

(*D'après le Bulletin de la Société belge des électriciens.*)

Les usines électriques américaines.

Les installations électriques des Etats-Unis ont une envergure dont nous nous faisons difficilement une idée en Europe. C'est ainsi que Chicago, ville de deux millions et demi d'habitants, est desservie par la *Commonwealth Edison Cy*, dont le capital dépasse un demi-milliard de francs. La capacité totale des usines génératrices de cette compagnie atteint 525.000 chevaux-vapeur, dont 375.000 sont réunis dans deux usines principales construites l'une à côté de l'autre et qui n'en forment en réalité qu'une seule. Cette gigantesque « bicentrale » comporte des unités de 30.000 et de 37.000 HP et consomme 100 wagons de charbon par vingt-quatre heures.

Unité de direction.

Un seul ingénieur, le *load dispacher*, dirige ces énormes usines, les sous-stations qu'elles alimentent, le formidable réseau de câbles qui les dessert.

On ne peut mettre ou retirer du service sans son assentiment, aucune machine ni aucun câble, Ceci suppose qu'il connaît à chaque instant toutes les particularités du service.

A cette fin, il a constamment devant les yeux un tableau où chaque machine génératrice, chaque commutatrice, chaque transformateur, chaque câble, en résumé, chacun des éléments constitutifs de l'ensemble des installations, est représenté par une lampe rouge et une lampe verte. Le feu vert indique que la machine correspondante est au repos; tout arrêt intempestif provoque aussitôt l'allumage de la lampe rouge. En cas de dérangement, le load dispacher est ainsi prévenu à la seconde même où il se produit.

Sa table de travail est munie de téléphones avec commutateurs lui permettant d'obtenir immédiatement toutes les communications qu'il peut désirer, mais celles-ci n'ont aucun caractère d'importance. Les ordres aux électriciens et aux machinistes sont, en principe, toujours transmis, *par écrit*, soit par tube pneumatique, soit, dans les usines modernes, par *téléautographe*. Dans ce dernier système, l'appareil qui se trouve à la table du destinataire enregistre l'ordre transmis en reproduisant l'écriture même de la personne qui transmet l'ordre. Le destinataire y appose aussitôt un cachet à horloge, fixant ainsi le moment où il a reçu l'ordre, puis, pour éviter toute erreur, répète cet ordre au destinataire qui y appose à son tour un cachet à horloge.

Le matériel.

Chaudières. — L'emploi de chaudières de grande capacité, genre *marine*, capables de marcher en pointe au tirage forcé, se répand de plus en plus dans les constructions nouvelles.

Dans plusieurs usines, le personnel de la chaufferie est informé de l'allure de la charge des unités génératrices parfois par chiffres lumineux de grandes dimensions appliqués aux murs de la chaufferie.

Nombre d'usines importantes disposant de charbon à très bon marché n'ont pas installé d'économiseurs et se contentent de réchauffeurs d'eau d'alimentation. Elles estiment que la réduction de consommation de charbon que procureraient les économiseurs ne couvrirait pas la charge des frais d'installation de ces appareils et de leur entretien.

Tuyauteries. — A noter que le *Committee on identification of power house piping* a conseillé l'adoption de couleurs distinctes pour permettre l'identification, à première vue, des diverses tuyauteries d'une usine centrale.

Machines et salles de machines. — C'est la turbine horizontale de grande puissance qui est exclusivement employée ; les fondations sont en béton dans la plupart des cas, le béton coûtant moins cher que la maçonnerie de briques aux Etats-Unis. Dans plusieurs constructions, les massifs de fondation ont été remplacés par des charpentes en poutrelles métalliques qui ont l'avantage de réduire au minimum l'encombrement des sous-sols, d'où résulte un dégagement très commode des services de la condensation et un éclairage très amélioré des sous-sols de la salle des machines.

Bâtiments des tableaux. — Les bâtiments des tableaux des usines américaines à haute tension sont construit selon une disposition totalement différente de celle généraement adoptée en Europe. Cela résulte des trois causes suivantes :

1° En Europe, les *interrupteurs à huile* sont placés dans des cuves de grande capacité renfermant d'importantes quantités d'huile, d'où dimensions encombrantes et vastes bâtiments pour les abriter.

Les interrupteurs américains, au contraire, ne contiennent qu'une quantité relativement minime d'huile. C'est ainsi qu'un interrupteur de 2000 ampères sous 15.000 volts contient seusement 50 litres d'huile, ce qui rend en outre ces

appareils plus sûrs que ceux renfermant de grandes quantités d'hydrocarbure.

2° En Europe, on cherche à réaliser les connexions en barres de cuivre nu.

En Amérique, on ne recourt à ce mode qu'au dessus de 22.000 volts. Au dessous de cette limite, on les établit en fils de cuivre isolés pour la pleine tension, recouverts d'une protection incombustible et supportés par des isolateurs pour la pleine tension également. Il en résulte un meilleur isolement de l'ensemble, une facilité plus grande d'installation et une sécurité mieux assurée pour le personnel électricien.

3° En Europe, les connexions et l'appareillage électrique qu'elles relient sont installées dans des niches *ouvertes*, tandis qu'aux Etats-Unis elles sont montées dans des niches *fermées* par des panneaux amovibles, constitués soit de tôles métalliques, soit de cadres métalliques supportant une paroi en fibro-ciment.

Les connexions pour très hautes tensions s'effectuent souvent en tubes, ce qui permet des portées relativement grandes entre isolateurs ; les tubes sont parfois en acier. Les sorties des usines sont le plus souvent verticales, contrairement au mode européen, où l'on adopte généralement la sortie horizontale.

Il est à remarquer que les puissants alternateurs sont installés sans rhéostat principal d'excitation, le réglage s'effectuant uniquement par les variations de la tension des excitations de chaque groupe.

LA CONSOMMATION D'ENERGIE ET DE MATIÈRES PREMIÈRES
dans les industries électrochimiques et electrométallurgiques.

M. Flusin, directeur du Laboratoire d'électro-chimie et d'électrométallurgie de l'Université de Grenoble, vient de publier un barème *moyen* des rendements des industries de la houille blanche en France. Le tableau reproduit ces renseignements, *d'un intérêt pratique immédiat.* Les évaluations de l'auteur sont rapportées au kilowatt-24 heures. Elles ne sont, bien entendu, relatives qu'aux principales industries électrochimiques et électro-métallurgiques.

(*La Houille blanche*, octobre 1918.)

CONSOMMATION D'ÉNERGIE ET DE MATIÈRES PREMIÈRES DANS LES INDUSTRIES ÉLECTROCHIMIQUES ET ÉLECTROMÉTALLURGIQUES.

PRODUIT FABRIQUÉ	PAR KW-JOUR CONSOMMÉ		PAR TONNE DE PRODUIT FABRIQUÉ ON CONSOMME	
	ON OBTIENT : KILOGS DE PRODUIT	MATIÈRES PREMIÈRES EMPLOYÉES KIL.	KW-JOUR	TONNES DE MATIÈRES PREMIÈRES
Phosphore	1,1	14 à 22	909	13 à 20
Chlore et soude caustique, chlore	6,0	27	167	4,5
Chlore et soude caustique, soude	6,6			
Chlorates	3,0	4	333	1,3
Perchlorate de soude	5 à 7	4,7 à 6,6	200 à 143	0,95
Carborundum	2,8	10	357	3,6
Corindon artificiel	9 à 11	18 à 22	111 à 91	2,0
Carbure de calcium	5,5 à 6	9 à 10	182 à 167	1,75
Acide nitrique synthétique	1,3 à 1,5	0	770 à 667	0
Cyanamide calcique	45	36	22	0,8
Sodium	1,2	3,1	834	2,6
Aluminium	0,8 à 0,9	2,5	1 250 à 1 111	3,0
Fonte de réduction	10	variable	100	variable
Fonte synthétique	24 à 30	36 à 38	42 à 33	1,3
Acier.... f charge solide	22	27	45,5	1,3
f charge liquide	120	150	8,3	1,3
Fer électrolytique avec cathode rotative	6	7	167	1,1
Fer électrolytique avec cathode fixe	23	25	43,5	1,1
Ferro-siliciums 10-12 Silicium	9,2	14,3	109	1,55
25-30 Silicium	5,8	11,0	172	1,90
45-50 Silicium	3,0	8,7	333	2,90
70-80 Silicium	1,4	6,0	714	4,30
90-95 Silicium	1,0	6,4	1000	6,40
Ferro-manganèses. 18-20 Mn	15	27	67	1,80
70-75 Mn	6	19	167	3,15
Ferro-chromes.. 10 % Chrome	3,5	10	286	2,90
1 % Chrome	1,8	14	555	4,05
Ferro-tungstènes	2,5 à 3,5	7	400 à 286	2,7
Silico-manganèses 10 Si, 20 Mn	7,5	16,6	133	2,2
10 Si, 70 Mn	4,6	11,4	217	2,5
25 Si, 50 Mn	3,0	8,0	333	2,7
Silico-calcium	1,5		667	
Silico-aluminium	1,0		1 000	

Brevets et inventions.

Brevets français publiés en juin-juillet 1919.

491.195. — Electrode en graphite naturel épuré et son système de fabrication. Bidoni et Société Chisoni. — 24 mai 1919.

On emploie du graphite naturel malaxé et épuré, en y laissant des silicates qui serviront d'agglomérants. Le graphite est alors moulé avec de la poix sèche ou du goudron pour obtenir des pièces homogènes.

491.160. — Perfectionnements aux dispositifs de commande des circuits électriques. — Splitdorf Electrical C[ie]. — 24 mai 1919.

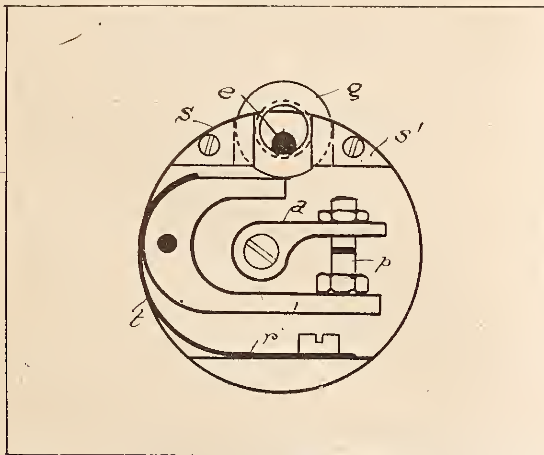
491.675. — Pile sèche. — E. Duval. — 12 juin 1919.

Cette pile est destinée aux lampes de poche ; elle comprend en principe deux lames de zinc placées au centre d'une enveloppe isolante et deux lames de charbon maintenues contre le fond de l'enveloppe. Entre les deux électrodes, on a placé un comprimé de bioxyde de manganèse et une couche de gélatine appropriée avec du chlorure de zinc, du sulfate d'ammonium et du chlorhydrate d'ammoniaque. Les cadres sont disposés de façon à serrer convenablement les différentes matières constituant la pile.

491.722. — Perfectionnements aux magnétos à volets. — C[ie] générale des magnétos. — 16 juin 1919.

491.752. — Perfectionnements aux alterno-moteurs à vitesse variable. — Lewis. — 17 juin 1919.

491.753. — Dispositif de rupture pour magnétos haute tension. — Gallocci. — 17 juin 1919.



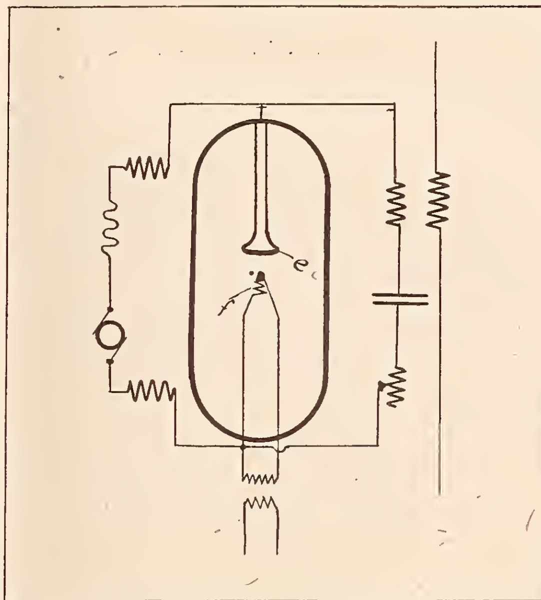
491.753

Ce dispositif est étudié de telle sorte qu'il puisse fonctionner dans les deux sens de rotation, tout en conservant la faculté d'être réglable au fur et à mesure de l'usure des vers platinés. Le galet *g* qui agit sur le levier *t* est constitué par une couronne d'acier entourée de fibre. Il peut jouer sur un axe en acier *e* qui est fixe et est actionné par des cames du boîtier. Il est maintenu en place par des plaques *s* et *s'*. Le levier *t* porte une vis platinée *p* qui vient en contact avec la vis platinée du support fixe *a*.

491.763. — Perfectionnements aux dispositifs de refroidissement pour machines dynamos-électriques. — Enclored motor Company. — 17 juin 1919.

491.764. — Perfectionnements aux refroidissements pour machines dynamo électriques. — Enclored motor Company. — 17 juin 1919.

491.811. — Générateur d'oscillations électriques à haute fréquence. — C[ie] Thomson-Houston. — 19 juin 1919.



491.811

Ce générateur consiste en principe en un oscillateur constitué par un redresseur à cathode incandescente fonctionnant dans un gaz inerte. Cet oscillateur est combiné avec un circuit de résonance ordinaire à arc. Les fréquences obtenues avec ce système sont de l'ordre de 100.000.

La cathode *f* est formée par une hélice en tantale ou en tungstène qui échauffe une pointe en même métal. La température doit être telle qu'il n'y ait pas émission d'électrons.

L'anode *e* est une simple masse de tungstène, charbon ou autre matière.

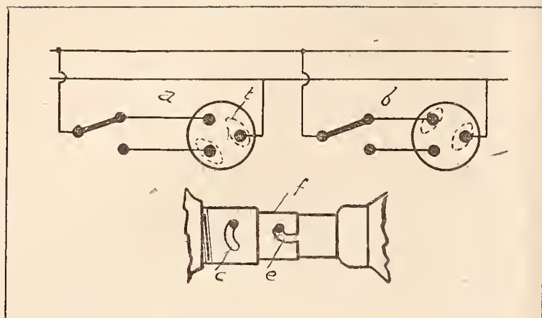
A l'intérieur du tube, se trouve l'argon comprimé à 2/3 d'atmosphère.

491.754. — Perfectionnements aux électrodes. — Intercontinental Holding Corporation. — 17 juin 1919.

491.782. — Perfectionnements aux douilles électriques. — Peyrouse. — 17 juin 1919.

L'invention a pour objet une douille pour lampe électrique permettant l'interruption ou la commutation de courant par simple rotation de l'ampoule. La douille comporte deux ou trois contacts à pompe, selon qu'elle doit agir comme simple interrupteur ou comme commu-

tateur à deux directions. La figure représente le schéma pour une douille à trois contacts, montée en va et vient.



491.782

(Le pointillé *t* représente les traces des segments métalliques du culot de la lampe.)

L'ampoule est fixée dans une bague *f* qui s'emboîte, elle, dans une partie cylindrique avec un jeu suffisant pour pouvoir tourner librement. Trois vis *c* disposées à 120° traversent cette bague et s'engagent dans trois rainures spéciales, pour que l'ampoule ne puisse occuper que les positions extrêmes.

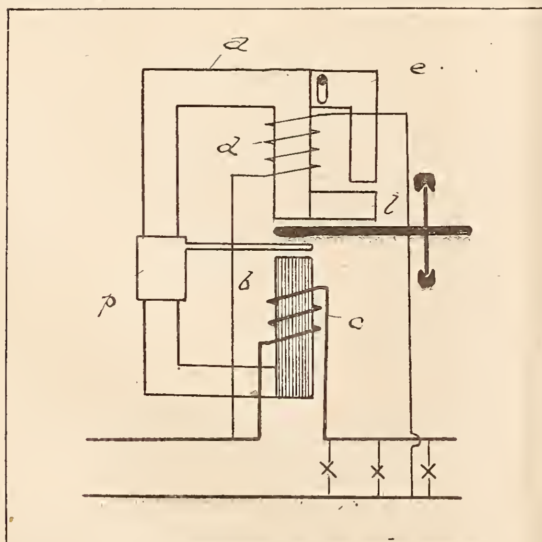
491.816. — Machinerie à courant alternatif avec dynamo à collecteurs. — Ateliers de constructions Oerlikon. — 19 juin 1919.

491.529. — Système de téléphonie automatique. — Cie. Thomson-Houston. — 6 juin 1919.

491.539. — Perfectionnements à la téléphonie automatique. — Cie Thomson-Houston. — 6 juin 1919.

491.560. — Perfectionnements aux piles sèches. — E. Armelin. — 7 juin 1919.

L'invention comprend deux éléments montés l'un audessus de l'autre, et insérés dans un étui à feu libre. Les extrémités de l'étui sont ensuite rabattues pour former un épaulement ou bride interne, destinée à retenir d'une façon sûre les éléments à l'intérieur de la cartouche.



491.617

491.563. — Perfectionnements aux magnétos. — Cie générale des magnétos. — 7 juin 1919.

491.638. — Commutateur lumineux pour la lumière électrique. — C. D. Cranko. — 10 juin 1919.

L'invention consiste en un dispositif adjoint sur chaque commutateur, comprenant un anneau sur lequel est appliqué une matière lumineuse. Cet anneau est maintenu fixe par le couvercle.

491.641. — Commutateur tournant. — T. Ammann. — 10 juin 1919.

491.648. — Dispositif de connexion pour wattmètres et compteurs. — Ilovici et Cie des compteurs. — 10 juin 1919.

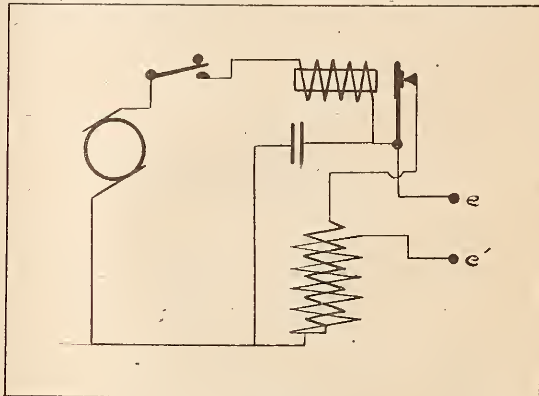
491.617. — Compteur d'énergie pour courant alternatif. — Fabrique de Longines, — Francillon et Cie. — 10 juin 1919.

Ce compteur fonctionne suivant le principe du champ tournant de Ferraris. Il comporte en principe une carcasse magnétique *a* comprenant une partie médiane et deux parties extrêmes, dont l'une *b* en U porte un enroulement ampèremétrique *c* ; l'autre *b* porte l'enroulement voltmétrique. Une pièce *e* constitue un shunt pour l'enroulement voltmétrique et sert à produire le décalage de phase entre le flux voltmétrique et le flux ampèremétrique. Une palette *p* magnétique fait partie d'un demi-manchon qui entoure la partie médiane de la carcasse et coopère au réglage du décalage de phase.

491.296. — Perfectionnements dans les dispositifs de reglage de machines dynamo-électriques. — Remy-Electric Company. — 28 mai 1919.

491.359. — Perfectionnements aux appareils rhéostatiques de transformateurs de courant continu en courant alternatif Van Cauwewberghe. — 31 mai 1919.

491.374. — Dispositif pour former un arc à travers une coupure ou une résistance. — Dubilier. — 31 mai 1919.



491.374

L'objet de l'invention est de réaliser un appareil pour obtenir des arcs électriques élevés en vue d'être appliqués aux engins explosifs, lampe, allume-cigares, etc..., dans lesquels il est nécessaire d'obtenir un flux ou une décharge électrique à travers une résistance relativement trop élevée pour la source qui alimente le circuit. L'appareil comporte un circuit primaire avec rupteur qui agit sur sur un circuit secondaire contenant la coupure *ee'*. Le circuit primaire comporte un condensateur monté aux bornes du primaire et du rupteur comme l'indique la figure.

491.392. — Synchronisation de deux dynamos. — L. Rouzet. — 31 mai 1919.

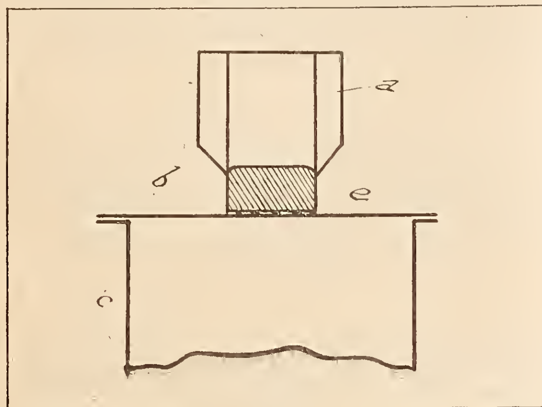
491.397. — Innovations dans les porte-lampes Edison. — Piazzi. — 31 mai 1919.

491.412. — Perfectionnements aux séparateurs en bois pour batteries électriques. — The Chloride Electrical Storage C°. — 3 juin 1919.

L'invention consiste en un procédé de traitement du bois, par une faible solution alcaline. Le bois est ensuite lavé, puis séché rapidement dans un récipient chauffé dans lequel on a fait le vide. Le bois employé est le cyprès américain ou autre bois du même genre tel que le bois rouge de Californie.

491.413. — Perfectionnements aux accumulateurs électriques The Chloride Electrical Storage C°. — 3 juin 1919.

491.418. — Dispositif de sûreté aux récipients à huile des tranformateurs et autres appareils électriques. — Société anonyme Brown-Boveri. — 3 juin 1919.



491.418

Ce dispositif consiste en un tube monté sur le dessus de la cuve, qui est séparé de la cuve *c* au-dessus du niveau de l'huile par une couche *b* d'une substance perméable à l'huile et au gaz, mais mauvaise conductrice de la chaleur tels que ouate, liège, fibre de bois. Cette substance est supportée par une grille *e*. Le tube est aussi muni d'ailettes de refroidissement *a*.

491.170. — Télégraphe imprimeur perfectionné. — F. Ritchie. — 24 mai 1919.

491.179. — Transmetteur téléphonique à ventilation thermique. — Vaujean et Rochat. — 24 mai 1919.

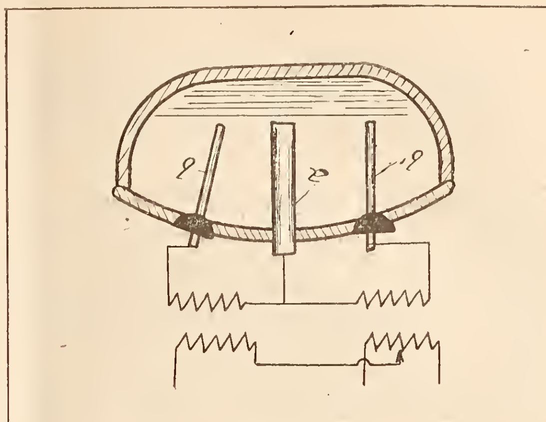
491.180. — Groupe transmetteur téléphonique pour fortes charges Vaujean et Rochat. — 24 mai 1919.

491.182. — Haut parleur universel. — Vaujean et Rochat. — 24 mai 1919.

491.103. — Perfectionnements apportés aux moyens de régulation, à faire comporter aux machines ou appareils électriques. — Société anonyme des Etablissements Blériot. — 22 mai 1919.

491.107. — Perfectionnements aux fours électriques. — Van Baur. — 22 mai 1919.

L'inventeur a cherché à réaliser un appareil simple, de construction facile et ayant une distribution uniforme de courant et de chaleur produite. Il est caractérisé par trois électrodes verticales *a*, *b*, *b*, connectées à un circuit diphasé à trois conducteurs disposé de telle façon que le degré de chaleur soit le même pour tous les points du four. Les électrodes sont déplaçables. Les dimensions du four lui-même sont caractérisées par ce fait que les parties médianes sont des arcs de rayon égal à $\sqrt{2}$ le rayon des arcs des parties du bout.



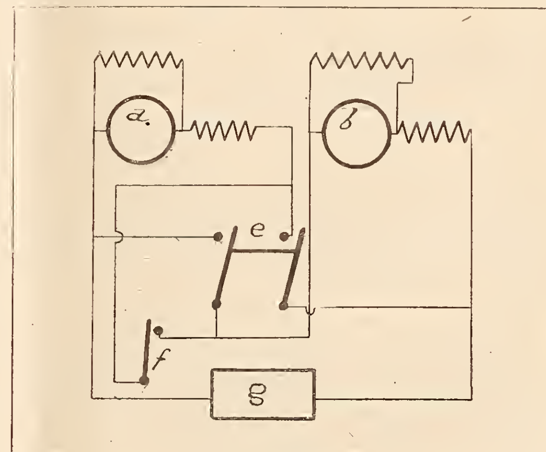
491.107

491.161. — Perfectionnements dans les mécanismes actionnant les magnétos. — Splitdorf Electrical Cy. — 24 mai 1919.

491.100. — Procédé d'alimentation d'un circuit électrique polyphasé au moyen de courants monophasés. — Buess et Gutzwiller. — 20 mai 1919.

491.089. — Perfectionnements apportés aux appareils électrolytiques O. Benjamin. — 20 mai 1919.

491.255. — Perfectionnements aux machines électriques destinées aux démarrages du moteur d'un véhicule automobile et à l'éclairage de ce dernier. — J. Bethenod. — 28 mai 1919.



491.255

Le dispositif comporte deux éléments de machines *a* et *b* constituées chacune par un enroulement induit à collecteur, un enroulement dérivation et un enroulement série. Les éléments sont couplés en série pour la marche en génératrice et en parallèle pour la marche en moteur. Le montage est complété au moyen d'un contacteur de démarrage bipolaire *e* et d'un conjoncteur disjoncteur automatique *g* de type quelconque, avec verrouillage éventuel, évitant la fermeture simultanée des circuits contrôlés par ces appareils.

P. Maurer.

Conseils pratiques aux industriels et aux élèves des écoles techniques.

Nous avons reçu les solutions des problèmes suivants :

1er *Problème.* — Une génératrice shunt à courant continu débite 50 a. sous 110 volts avec une excitation de 2 a. La résistance de l'induit mesurée à chaud est de 1/100e d'ohm. La somme des pertes par hystérésis, courants de Foucault et frottements divers a été trouvée égale à 5 % de la puissance utile. On demande de déduire de ces données :

1° la résistance du circuit inducteur.

2° Le rendement de cette génératrice à pleine charge.

Solution.

1° L'excitation étant de 2 a. sous 100 v., la résistance du circuit inducteur sera de :

$$\frac{100}{2} = 50 \text{ ohms.}$$

2° Il est facile d'évaluer la somme des pertes d'énergie de la génératrice en charge.

a) Pertes Joule.

Système inducteur : 2 a. × 100 v. =	200 watts.
— induit $\frac{1}{100} \times \overline{52}^2 =$	27
b) Pertes par hystérésis, frottements et divers 5 % de 50 × 100 = 5.000 w. =	250
Total	477 watts.

Le rendement est donc :

$$\frac{5.000}{5.000 + 477} = 0{,}91$$

Paul Achard,
Electricien à Toulouse.

Ont envoyé des solutions justes :

MM. Léon Pauly, à Bordeaux ; Pierre Hainz, à Angers ; Louis Peschard, au Mans ; H. Quesnel ; P. Juliot ; R. Machard ; L. Binet, à Paris.

***

2e *Problème.* — Un moteur triphasé de 10 chevaux, 50 périodes, cos φ = 0,85 est alimenté par une ligne à 3 fils de 200 mètres de longueur (par fil) dans laquelle la densité de courant est de 3 ampères par millimètre carré. On demande :

1° Quelle est la tension efficace au départ entre 2 fils de ligne ?

2° Quelle est la tension par phase de la génératrice si celle-ci est montée en étoile.

On négligera la réactance de la ligne.

Solution.

1° A l'arrivée le moteur absorbe 10 × 736 = 7.360 watts et par suite un courant I tel que :

$$7.360 = \sqrt{3} \times 100 \times 0{,}85 \text{ I.}$$

(On a supposé la tension entre fils de 100 v. comme dans l'exemple précédent, une omission s'étant glissée dans les données)

D'où I = 50 a. en chiffres ronds.

La section de la ligne est $s = \frac{50}{3} = 17^{mm^2}$,

et sa résistance par fil :

$$\frac{1}{60} \times \frac{200}{17} = 0 \text{ w. } 2.$$

(Les calculs sont faits à la règle.)

Pour avoir la tension par phase au départ j'ajoute géométriquement la chute ohmique 0,2 × 50 = 10 v. et la tension entre fils, c'est-à-dire 100 v., le décalage étant donné par cos φ, = 0,85, c'est-à-dire φ, = 32° environ le résultat est immédiat, c'est :

$$10 \times 0{,}85 = 8 \text{ v., } 50,$$

puisque la réactance est négligeable.

Dans ces conditions, la tension au départ sera de 108 v.,5 entre 2 fils de ligne.

2° La tension par phase de la génératrice montée en étoile sera :

$$\frac{108{,}5}{\sqrt{3}} = 64 \text{ v.}$$

Lucien Dubois.
Paris.

Ont envoyé des solutions justes :

MM. Ferdinand Henry ; à Lyon ; Louis Merle, à Nantes ; Augustin Richard, à Alençon ; André Guttin, au Havre ; Jacques Renaud ; P. de Varneuve ; O. Lelong, à Paris.

Réponse à la question sur les redresseurs de courants (1).

Il y a quantité de procédés qui permettent de *redresser* du courant alternatif pour charger des accumulateurs.

Les plus simples sont les soupapes électrolytiques. Une électrode d'aluminium et une électrode de plomb ou de fer dans une dissolution de phosphate de soude ou de phosphate d'ammoniaque ne laissent passer qu'une phase du courant alternatif, quand la tension n'est pas supérieure à 120 volts et que l'électrode d'aluminium (pur) est bien formé.

Ces soupapes fonctionnent parfaitement sur le secondaire des petits transformateurs (genre Ferrix).

Beaucoup d'appareils ont été créés pour redresser le courant alternatif : leur description ne pourrait tenir dans cette petite tribune des abonnés et, comme il n'y a pas d'ouvrage spécial et récent sur cette question, l'*Electricien* rendrait service à beaucoup de ses lecteurs en publiant un article documenté sur ce problème.

Une solution élégante a été trouvée par les inventeurs de la lampe « Tungar » (basée sur l'effet Edison), qui vient d'être lancée par les fabricants du tube Coolidge (General Electric C°) et qui n'est en somme qu'une application nouvelle des *audions*.

Edouard Nicolas. Le Mans.

1. Voy. *l'Electricien* du 15 juillet 1919.

Le Gérant : L. De Soye.

35e Année. — N° 1235. 31 Août 1919.

L'ÉLECTRICIEN

Revue Internationale de l'Électricité & de ses applications

PARAISSANT LE 15 ET LE DERNIER JOUR DE CHAQUE MOIS

Rédacteur en Chef : Maurice SOUBRIER

ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE
PROFESSEUR SUPPLÉANT D'ÉLECTRICITÉ INDUSTRIELLE AU CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIERS

SOMMAIRE

Règles françaises d'unification du matériel électrique. — Etat actuel des principaux transports d'énergie électrique. — Les Centrales thermiques : **P. Moutier**. — Tubes à vide détecteurs et amplificateurs : **P Maurer**. — Le matériel détruit par les Allemands. — La production houillère française en 1918. — Les recherches industrielles et scientifiques. — La dénomination de la puissance des machines. — Mesure des capacités. — Essais de l'acier par l'électricité. — La soudure à l'arc électrique. — Commutateurs à haute tension. — Alternateurs pour haute fréquence. — Analyse directe de l'onde des courants alternatifs — Brevets et inventions. — Tribune des abonnés. — Echos. — Informations. — Revue des périodiques et des livres. — Cours commerciaux des matières premières. — Offres et demandes d'emplois et de matériel.

Règles françaises d'unification du matériel électrique.

La commission permanente de standardisation, qui cherche à organiser méthodiquement toute l'industrie française, vient d'adopter diverses règles concernant l'électricité et va publier prochainement deux fascicules : l'un sur les machines électriques, l'autre sur le vocabulaire électrotechnique.

Ces règlements ont été élaborés par MM. Ch. Guillaume, Ch. David, H. Armagnat, P. Boucherot, F. Laporte, G. Roux.

Les machines électriques.

1. Observation préliminaire. — Les présentes règles ont pour objet de formuler les *Règles de l'art*, formant la loi des parties contractantes, soit en l'absence de convention expresse, soit dans le cas où elles se réfèrent simplement aux prescriptions générales du Comité électrotechnique français.

Elles visent donc particulièrement les machines de vente courante ; mais elles seront utilement complétées par des clauses discutées entre les contractants, lorsque le marché portera sur une machine d'importance ou de construction exceptionnelles.

Elles ne sont pas immuables, et la révision en sera entreprise aussi souvent que l'expérience de leur emploi ou que les progrès de la technique en démontreront la nécessité.

Définitions générales.

2. Régime normal. — Le *régime normal* d'une machine est constitué par l'ensemble des conditions de fonctionnement relatives à la vitesse, à la tension, au courant, au facteur de puissance, etc., telles qu'elles sont indiquées sur la plaque signalétique définie au paragraphe 20.

3. La *puissance normale*, ou, par abréviation, la *puissance* de la machine, est celle qui correspond à ce régime. Elle doit être obtenue en satisfaisant aux conditions prescrites par les présentes règles.

Observation. — Il est commode de désigner brièvement une machine par sa *puissance au régime normal* ; il est rappelé que l'on doit entendre, par cette expression, exclusivement ce qui suit :

Pour les *génératrices de courant continu*, la puissance électrique aux bornes, exprimée en kilowatts (k W) ;

Pour les *alternateurs*, la puissance apparente aux bornes, exprimée en kilovolt-ampères (k V A)

Pour les *moteurs*, la puissance mécanique dis-

ponible sur l'arbre, exprimée en kilowatts (k W) ;

Pour les *transformateurs*, la puissance électrique apparente aux bornes secondaires, exprimée en kilovolt-ampères (k V A).

4. Service. — Le *service continu* est celui qu'une machine peut soutenir sans interruption pendant un temps illimité, sans que la température et l'échauffement dépassent les limites fixées par les présentes règles, et sans subir aucune détérioration.

5. Le *service discontinu* est celui qu'une machine peut soutenir sans interruption pendant un temps limité, sans que la température et l'échauffement dépassent les limites fixées par les présentes règles, et sans que la machine subisse aucune détérioration.

Observations. — Il est recommandé de rapporter, de préférence, les *durées du service discontinu* à l'une des valeurs-types : 5, 10, 15, 30, 60 et 120 minutes.

Un *service cyclique*, c'est-à-dire un service discontinu qui se reproduit périodiquement, peut, généralement, être remplacé, pour l'essai, par un service thermiquement équivalent. Ce dernier est défini par un régime constant soutenu pendant une durée limitée et calculée de manière à produire les mêmes échauffements limites que le service cyclique. Ce sont ces régime et durée que doit porter la plaque de la machine.

6. Rendement vrai. — Le *rendement vrai* d'une machine est le rapport de la puissance réelle restituée ou utile P_u à la puissance réelle absorbée P_a.

7. Rendement approché. — Pour une *génératrice*, le *rendement approché* est égal au rapport de la puissance réelle restituée P_u à la somme de celle-ci et des pertes mesurables.

Pour une *réceptrice*, le *rendement approché* est égal au rapport de la puissance réelle absorbée P_a diminuée des pertes mesurables à cette même puissance P_a.

Observation. — La puissance que peut développer une machine étant liée à la nécessité de dissiper la chaleur due aux pertes, la considération de *rendement* est entièrement subordonnée à celle de *perte*. D'autre part, dans les machines à courants alternatifs, la notion de rendement peut conduire à des malentendus, à cause de la distinction à faire entre les puissances réelle, réactive et apparente.

Il est donc préférable, lorsque des prescriptions particulières sur ce point sont jugées nécessaires, de définir et de limiter séparément chacune des pertes facilement mesurables.

Définitions particulières.

8. Variation de tension. — La *variation de tension* (appelée parfois *auto-régulation*) ne concerne que les génératrices et les transformateurs de courants. Il convient de distinguer l'*élévation relative de tension* et la *chute relative de tension :*

Elévation relative de tension. — L'élévation relative de tension est la valeur relative de l'augmentation de tension ($U_v — U_n$) obtenue en passant du régime normal, au fonctionnement à vide, rapportée à la tension normale (U_n), c'est-à-dire

$$\frac{U_a — U_n}{U_n}$$

Chute relative de tension. — La chute relative de tension est la valeur relative de la diminution de tension ($U_n — U_c$) obtenue en passant du fonctionnement à vide et à la tension du régime normal (U_n), au fonctionnement avec les courant et facteur de puissance du régime normal rapportée à la tension normale (U_n), c'est-à-dire

$$\frac{Y_n — U_c}{U_n}$$

La variation de tension s'entend toujours à vitesse ou fréquence maintenues aux valeurs du régime normal, à la température correspondant à la marche du régime normal, et sans rien modifier aux dispositions matérielles des appareils.

Observations. — 1° Pour les *machines à excitation séparée* (génératrices de courant continu, alternateurs...), l'excitation doit être maintenue constante, et l'on spécifie, de préférence, l'*élévation de tension*. Pour les alternateurs, cette spécification est indispensable, ou, à son défaut, celle du courant de court-circuit défini à l'article 10.

2° Pour les *machines auto-excitatrices* (génératrices de courant continu, commutatrices...), la résistance du circuit d'excitation ne doit pas être modifiée, et l'on spécifie, de préférence, la *chute de tension*. Mais, pour les machines à courant continu de vente courante, cette chute de tension n'a d'intérêt que dans des cas particuliers (machines devant marcher en parallèle, etc.).

3° A moins de conventions contraires, les *balais de machines à collecteurs* (génératrices de courant continu, commutatrices...) sont maintenus dans une position satisfaisante pour le régime normal.

4° Pour les *transformateurs et commutatrices*, la tension primaire est maintenue constante, comme la fréquence.

9. Variation cinétique de tension. — La *variation cinétique de tension* est le rapport de deux valeurs relatives : celle de la variation de tension et celle de la variation de vitesse qui la détermine.

Observation. — La considération de la variation cinétique de tension est particulièrement importante pour les alternateurs avec excitatrice attelée directement. Sa valeur, dans ce cas, doit être de l'ordre 3 ou 4 au plus, aux alentours du régime normal.

Pour les génératrices de courant continu, elle doit être de 2 ou 3 au plus ; cette condition est, généralement, satisfaite par la construction courante.

10. Fonctionnement en court-circuit. — Il y a parfois intérêt à spécifier certains éléments dans le fonctionnement en court-circuit d'un appareil.

La *tension de courtc-ircuit d'un transformateur* est celle qu'il est nécessaire d'appliquer aux bornes primaires pour obtenir la circulation du courant normal dans l'enroulement secondaire fermé sur lui-même.

Le *courant de court-circuit d'un alternateur* est le courant *permanent* qu'on obtient dans l'induit fermé sur lui-même, lorsque le courant d'excitation est égal à celui qui donne, *à vide*, la tension du régime normal à la fréquence normale.

Observation. — Lorsque le courant de court-circuit est trop intense pour qu'on puisse faire l'essai en toute sécurité, on peut le relever pour une valeur plus petite de l'excitation et extrapoler.

11. Forme d'onde. — *Coefficient de déformation.* — La *forme d'onde idéale* de la force électromotrice d'un alternateur est la sinusoïde ; les formes réalisables s'en écartent plus ou moins.

La *sinusoïde équivalente à une forme donnée est celle* qui possède la même valeur efficace. Superposée à la forme réelle, elle accuse des différences d'ordonnées. Le maximum de ces différences, rapporté à l'ordonnée maximum de la sinusoïde, est le *coefficient de déformation.*

Une forme dont le coefficient de déformation est inférieur à 0,05 est considérée comme pratiquement sinusoïdale.

Observation. — Lorsque l'une des données caractéristiques d'une machine, tension, courant ou vitesse, est prévue pouvoir varier entre deux limites, les limites correspondantes des autres doivent être indiquées expressément.

Renseignements utiles pour l'offre et la demande de machines électriques.

RENSEIGNEMENTS GÉNÉRAUX

Observation. — L'expression *machine* est employée, dans ces textes, avec son sens le plus général, afin d'éviter la répétition constante des mots *machines, transformateurs* et autres *appareils* d'induction.

12. Les *points qui doivent faire l'objet d'un accord* entre acheteur et vendeur d'une machine électrique sont, au minimum, les suivants :

1° Le régime normal de fonctionnement ;

2° Le genre de service prévu ;

3° La température ambiante maximum de l'air dans lequel la machine est destinée à fonctionner ;

4° L'altitude du lieu d'emploi, si elle dépasse 1.000 mètres ;

5° Les indications particulières relatives aux enroulements, aux couplages s'il y a lieu, etc. ;

6° Enfin, les indications particulières relatives aux détails mécaniques, tels que dispositifs de protection, de refroidissement, etc.

Observations. — § 2° En l'absence de toute indication, une machine est supposée destinée à un service continu.

§ 3° La température du milieu refroidissant est supposée être au maximum de 40° C. pour l'air, et de 25° C. pour l'eau, en l'absence de toute indication différente.

§ 4° Aux altitudes supérieures à 1.000 mètres, le pouvoir refroidissant de l'air se trouve notablement réduit, le régime doit être approprié à cette condition d'emploi.

§ 5° Il doit être expressément indiqué si l'appareil est destiné à fonctionner en parallèle avec d'autres.

§ 6° Il doit être indiqué si la machine doit être pourvue de dispositifs de protection contre les chocs, les poussières, les projections d'eau, l'accès des gaz combustibles, etc. ; si elle doit être refroidie artificiellement, par ventilateur indépendant, ou par circulation d'eau, etc., et, dans ces cas, indiquer la pression, le débit et la température à l'entrée nécessaires pour le fluide refroidissant.

Etat actuel des principaux transports d'énergie électrique

++++++++++++++++++++++++++

LES CENTRALES THERMIQUES

L'électricité trouve son application partout dans les hameaux comme dans les villes. L'éclairage, la traction, l'exploitation des usines, la chimie, la métallurgie, l'agriculture, etc., lui demandent ce qu'aucun autre agent ne peut leur procurer avec le même degré d'élégance et de simplicité.

Partout où elle a pénétré elle a apporté avec elle le confort, l'hygiène et le bien-être. Son rôle industriel et social est immense et il nous paraît intéressant d'examiner où en sont à l'heure actuelle nos industries électriques et dans quelles mesures après la guerre nous pourrons les développer et en provoquer l'essor.

Les premières applications de l'électricité datent à peine de trente ans, mais depuis d'énormes progrès ont été réalisés ; il n'est pas inutile d'en retracer l'évolution.

Les premières applications de l'énergie électrique furent réalisées à l'aide d'installations isolées ; mais on ne tarda pas à s'apercevoir que les installations voisines les unes des autres avaient intérêt à se grouper. Ce fut l'origine des premiers *îlots.*

Le qualificatif de « Station centrale » remonte à l'époque où le courant électrique étant produit à la même tension que celle où il était utilisé, le rayon d'action était restreint, d'où la nécessité, pour l'utiliser au mieux, de placer l'usine productrice au centre de la surface à desservir. C'est ainsi que furent établies, en plein Paris, les stations du Palais-Royal, du Faubourg Montmartre. Les grandes installations modernes comportent plusieurs transformations successives et il arrive souvent dans les centrales hydro-électriques que l'usine n'est pas du tout le point central de la région à desservir ; cependant le nom de centrale a été conservé.

La question des stations centrales est essentiellement liée à celle du transport de l'énergie.

L'essor de la transmission de l'énergie est dû sans conteste aux admirables travaux de Marcel Deprez.

En 1881, M. Marcel Deprez fit à l'exposition de Munich des expériences qui eurent un retentissement considérable ; on sait qu'il réussit à transporter de Miesbach à Munich, c'est-à-dire à 47 kilomètres de distance, la force de 0,43 cheval par un fil télégraphique de 4^{mm}, 5 présentant une résistance totale de 950 ohms ; ce fil était supporté par des poteaux en bois et aucune précaution particulière d'isolement n'avait été prise.

Le rendement électrique fut de 39 pour 100 et le rendement mécanique de 30 pour 100.

Aux mois d'août et de septembre 1883, M. Marcel Deprez fit des expériences de transport d'énergie à 14 kilomètres entre Vizille et Grenoble. Il parvint à transmettre 7 chevaux avec un rendement de 62,3 pour 100. Il renouvela ensuite ces expériences en 1885 et 1886 sur le chemin de fer du Nord, entre Creil et la Chapelle. On reconnut la possibilité de transmettre environ 50 chevaux à 56 kilomètres avec un rendement de 40 à 45 pour 100, par l'emploi d'une force électromotrice de 6.300 volts.

En 1890 eut lieu le premier transport d'énergie avec distribution en série à courant continu à intensité constante. Ce transport fut effectué avec des dynamos Thury ; la puissance transportée à 48 kilomètres de distance était de 110 kw.

Le premier transport de force à l'aide de courants triphasés fut établi par la maison Brown ; il eut lieu en 1891 entre Francfort-sur-le-Mein et Lauffen, et montra la possibilité de transporter à la tension de 15.000 volts une puissance de 100 chevaux à 175 kilomètres de distance.

En 1893, M. von Dolivo-Dobrovolski réalisa entre Bulach et Oerlikon le premier transport triphasé vraiment pratique et appliqua l'invention faite par Swinburn de la surexcitation des moteurs synchrones.

Depuis cette époque les progrès se sont accentués,



Société d'électricité de Paris. — Usine de Saint-Denis.
(Pupitres de manœuvre).

les puissances transportées sont devenues considérables, les distances ont grandi, les tensions se sont élevées.

En 1903, la Société hydro-électrique de Fure et Morge élevait la tension de son usine de Champ à 26.000 volts.

En 1907, la Société Force et Lumière installa entre Moutiers et Lyon, sur une distance de 180 kilomètres environ, un transport de force à courant continu de 40.000 kw. à 57.000 volts.

En 1910-1911, la Compagnie générale d'Electricité étudia l'extension de sa distribution d'énergie en Lorraine, maintenant réalisée avec succès, à la tension de 65.000 volts.

En 1910, une ligne fut établie entre Grenoble et Saint-Chamond transportant 15.000 chevaux à 117 kilomètres de distance à la tension de 60.000 volts.

A l'heure actuelle la France est recouverte par un immense réseau de distribution.

On compte 2.000 usines génératrices d'électricité qui desservent 7.000 communes. Sur ces usines, 80 ont une puissance supérieure à 1.000 chevaux.

25 une puissance supérieure à			10.000	chevaux
8	—	—	20.000	—
3	—	—	40.000	—
1	—	—	100.000	—

Deux usines ayant respectivement une puissance de 40.000 et 80.000 chevaux vont être mises en service à Paris.

L'énergie électrique est distribuée en France par 80 entreprises importantes. Elles ont une tendance à se diviser en deux catégories. Les unes, restant des sociétés de production, construisent des usines et établissent des lignes de transport, mais se contentent seulement de produire le courant et de l'amener à des sous-stations.

Les autres, qui sont des sociétés d'exploitation, achètent le courant et le revendent au détail dans l'intérieur de leur concession.

Les puissances installées sont actuellement de 1 million de chevaux dont 650.000 produits par la vapeur, 350.000 par la houille blanche, et 16 millions d'habitants peuvent être desservis.

Les capitaux investis dans ces entreprises atteignent près d'un milliard.

***

Les grands centres de distribution correspondent aux trois grands massifs montagneux : Alpes, Pyrénées, Massif Central.

La moitié méridionale de la France semblerait ainsi privilégiée au point de vue de la distribution à cause de l'abondance des cours d'eau alors que la moitié septentrionale serait moins favorisée.

Mais dans l'Est il s'est constitué de grandes cen-

*

trales à vapeur, alimentées facilement, soit par le charbon qu'on trouve sur place, soit par le gaz pauvre, soit par les gaz des hauts fourneaux.

On peut citer parmi les belles installations de ce genre : les usines de Wasquehal, l'Energie électrique du Nord, les installations de Jeumont et de Cambrai.

La Société des Houillères de Ronchamp a établi une puissance centrale et un vaste réseau de distribution qui lui permettent d'utiliser au mieux les déchets de charbon.

Paris est desservi par des centrales à vapeur.

Les usines de Saint-Denis, d'Ivry, celles du Métropolitain sont parmi les plus importantes.

Devant la consommation croissante de la capitale, la production sera bientôt insuffisante et on a élaboré le projet de transporter à Paris l'énergie électrique que l'on capterait sur le Rhône.

A l'étranger la Compagnie générale d'électricité a construit en Catalogne un réseau sur isolateurs suspendus à 88.000 volts.

On a mis en service en 1912, en Silésie, une installation de 110.000 volts.

Aux Etats-Unis plus de 15 installations transmettent des courants de 100 à 140.000 volts. Dans la province de l'Ontario, la tension de 180.000 volts va être employée.

Le développement des distributions urbaines a amené les constructeurs de machines à vapeur à étudier des groupes électrogènes de plus en plus puissants. L'apparition des turbines à vapeur et leur perfectionnement rapide a facilité grandement la construction de puissants groupes électrogènes. Les entrepreneurs de distribution d'énergie eurent bientôt à leur disposition des groupes thermo-électriques de moins en moins coûteux par unité de puissance installée et aussi de plus en plus économiques par unité d'énergie produite.

Dans les dix dernières années notamment, on vit la puissance unitaire des groupes électrogènes passer rapidement de 3.000 chevaux à 6.000, de 1900 à 1905 ; puis de 6.000 à 10.000 chevaux, de 1905 à 1910, pour atteindre 20.000 chevaux à la Compagnie Parisienne de distribution d'électricité et à la Energia Electrica de Cataluna (1). Des groupes de 30.000 chevaux des systèmes Brown-Boveri, Zoelly, A. E. G. ont été construits. Les Américains utilisent déjà des groupes de 35.000 chevaux et des groupes de 65.000 chevaux sont en construction.

* * *

Quelques grandes centrales.

Les usines de Paris distribuent plus de 300.000 chevaux. L'usine de la Société d'Electricité de Paris à Saint-Denis comporte à elle seule un ensemble de 100.000 chevaux.

Elle fournit l'énergie sous forme de courants triphasés à 10.250 volts et à la fréquence de 25 périodes et aussi sous forme de courants diphasés à 12.300 volts et à la fréquence 41,66 périodes.

Les courants triphasés servent à l'alimentation de sous-stations de transformation de courant alternatif en courant continu qui à leur tour alimentent les lignes du métropolitain ou certains réseaux d'éclairage. Les courants diphasés sont utilisés après réduction de la tension par transformateurs statiques pour venir en aide aux usines génératrices qui desservaient ou desservent encore certaines parties du réseau générateur de 20.000 chevaux qui a été récemment mis en service.

Le combustible arrive par la Seine. Il est manutentionné mécaniquement au moyen de grues et de transporteurs à godets et il arrive ainsi jusqu'aux foyers automatiques des chaudières.

Ces dernières, du type Babcock Vilcox, sont au nombre de 56. Leur puissance unitaire est de 10 à 11.000 kilogrammes de vapeur à l'heure, leur surface de chauffe de 420 mètres carrés, leur timbre de 16 kilogrammes.

Les chaudières sont munies de surchauffeurs qui élèvent la vapeur à la température de 530° et d'économiseurs Green. Ces derniers ont, dans les derniers types installés, une surface de chauffe de 240 mètres carrés.

Le tirage naturel est assuré par 10 cheminées dont 6 ont une hauteur de 55 mètres et 2 une hauteur de 90 mètres.

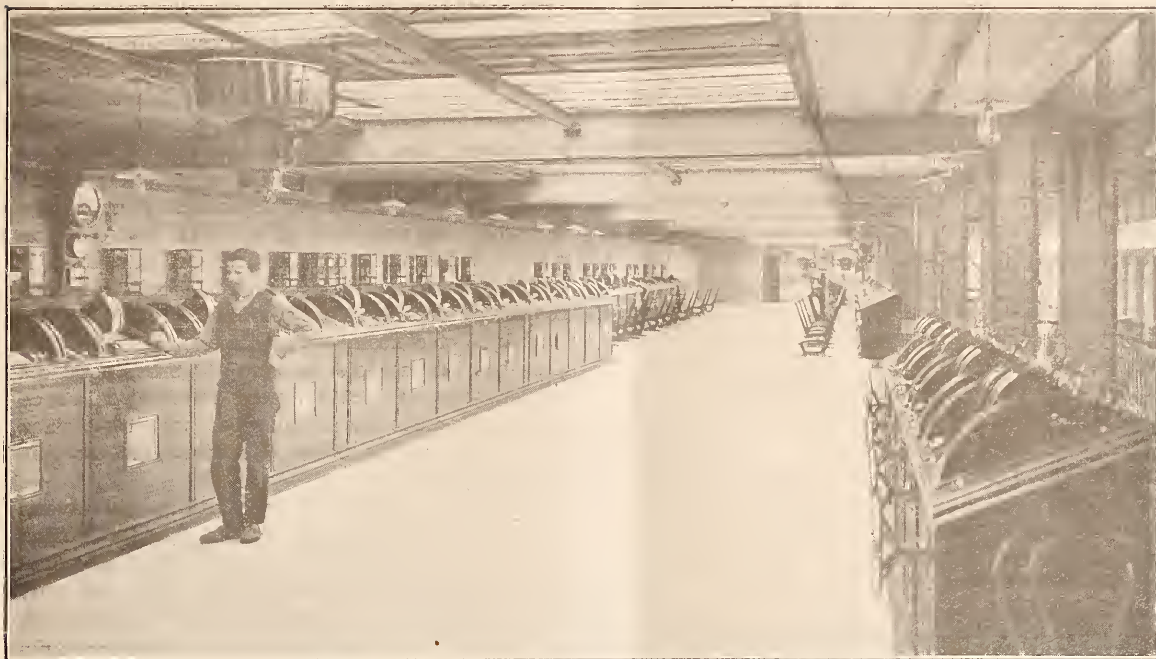
Sur certaines cheminées sont installés des ventilateurs système Prat, permettant d'augmenter de 50 pour 100 la vaporisation normale des chaudières correspondantes.

Les courants alternatifs triphasés, 10.250 volts et 25 périodes par seconde, sont produits par 5 turbo-alternateurs Brown-Boveri-Parsons, dont 4 d'une puissance de 5.000 kw., en marche normale, 6.000 kw. en surcharge, et un dont la puissance est de 11.000 kw. pouvant être portée à 15.000 en surcharge. La turbine de ce dernier groupe pèse, à elle seule, 148 tonnes. Les courants diphasés, 12.300 volts sont produits par 4 groupes d'une puissance 5.000-6.000 kw.

La condensation est assurée par des condenseurs à surface. Les pompes à air et les pompes d'épuisement sont actionnées par des moteurs à courant continu.

L'*Usine Nord à Saint-Ouen* comprend 8 groupes turbo-alternateurs de 10.000-15.000 kw. installés dans une salle de machines de 150 mètres de longueur sur 26 mètres de largeur ; cette salle est entre le bâtiment des tableaux et la salle des pompes.

(1) V. l'*Electricien*, du 15 août 1919



Société d'électricité de Paris. — Usine de Saint-Denis.
Pupitres de manœuvre (équipés par l'électro-mécanique).

Chaque groupe est autonome et porte en bout d'arbre son excitatrice. Une génératrice à courant continu actionne les services et auxiliaires.

Le condenseur à surface est placé sous la turbine.

Les chaudières Belleville et Babcock sont au nombre de 40 avec une puissance de vaporisation de 10 à 14.000 kilogrammes de vapeur à l'heure, pression normale de 16 kilos, 420 mètres carrés de surface de chauffe pour le type Babcock et 320 pour le type Belleville. Les chaudières sont alimentées par grilles mécaniques. Chaque chaudière possède son surchauffeur et son économiseur de 240 mètres carrés placé à l'étage supérieur.

L'alimentation des chaudières est assurée par 4 pompes électriques de 20 kg. cm² dont 2 de 90 mètres cubes et 2 de 180 mètres cubes à l'heure et par 2 pompes à vapeur de secours de 180 mètres cubes. Dans la salle des pompes sont encore des pompes pour les Château d'eau, vidange, etc.

Le tableau haute tension, installé par la Société des Téléphones, est placé dans un bâtiment à trois étages parallèle à la salle des machines. Les manœuvres sont concentrées sur un poste central situé en encorbellement au centre de la salle des machines et où l'électricien de service a tous les organes de commande sous la main. Des tableaux placés près des machines permettent de les manœuvrer indépendamment.

Les services intérieurs de l'usine sont assurés par 3 commutatrices de 750 kw. qui fournissent du courant continu à 220 volts.

Une importante installation assure la manutention du charbon. Les silos permettent de mettre 20.000 tonnes de charbon en réserve.

Des galeries souterraines permettent d'amener 12 mètres cubes d'eau à la seconde pour la condensation.

***

Les Etats-Unis sont certainement le pays du monde où l'on trouve les plus grandes centrales et les transports de force les plus étendus.

A Philadelphie on construit une usine qui va renfermer les deux plus puissantes unités électrogènes actuelles. Les caractéristiques principales de ces machines sont les suivantes :

Turbo-générateur de 35.000 kw. 60, périodes 13.200 volts, triphasé, 6 pôles, 1.200 t/m, poids 543 tonnes.

Turbo-générateur de 30.000 kw., 25 périodes, 2 pôles, 1.500 t/m.

Les chaudières ont une puissance de vaporisation de 27.500 kilogrammes de vapeur à l'heure. Leur pression est de 15 kilogrammes.

La consommation garantie des groupes est de 5,7 kg. de vapeur par kilowatt-heure.

Les condenseurs, les plus puissants peut-être

qui existent, ont chacun une surface de 4.645 mètres carrés et assurent une circulation d'eau de 143 mètres cubes.

Deux centrales de New-York ont respectivement une puissance de 135.000 et 150.000 kilowatts. A Chicago on trouve dans une seule centrale une puissance de 240.000 kw.

« L'étude des stations centrales thermiques américaines amène les constatations suivantes :

« Abandon presque complet des machines à vapeur et adaptation générale des turbines ;

« Augmentation de la puissance unitaire des groupes électrogènes, laquelle est passée en dix ans de 500 kw. à 3.500 kw. On étudie déjà des groupes de 60.000 kw. et l'on parle de 75.000 ;

« Augmentation de la vitesse des groupes qui a été poussée jusqu'à 3.000 t/m pour les unités de 10.000 kw. et à 1.500 t/m pour les groupes de 35.000 kw. ;

« Augmentation de la puissance unitaire des chaudières qui a passé de 7.750 à 75.000 kilogrammes de vapeur à l'heure ;

« Augmentation de la pression des chaudières qui a passé progressivement et successivement de 10 à 17 kilogrammes par centimètre carré et qu'il est question de porter actuellement à plus de 40 kilogrammes ;

« Augmentation de la surchauffe jusques et au-delà de 350° ;

« Mécanisation de plus en plus généralisée de toutes les opérations (1). »

***

En somme dès maintenant par l'emploi d'unités de plus en plus grandes et de plus en plus économiques, et par l'usage des hautes tensions on est parvenu à un degré de perfection suffisant pour qu'on puisse considérer comme résolus, au point de vue technique, tous les problèmes de transport d'énergie électrique qui peuvent se poser. Le rendement à pleine charge des transformateurs est de 97 à 98 pour 100 et l'on sait employer des tensions dépassant 100.000 volts.

***

Que conclure de cette étude rapide sur nos centrales thermiques ? Au point de vue des progrès accomplis dans l'installation des centrales, nous n'avons rien à envier aux étrangers. Sans doute nos centrales sont beaucoup moins importantes qu'en Amérique, et surtout moins luxueuses, mais elles répondent parfaitement à nos besoins. Nos villes sont moins grandes et le prix du charbon chez nous est élevé. Nous ne pouvons pas, comme aux Etats-Unis, faire une véritable débauche d'éclairage. Pour nous l'installlation de formidables groupes de 35.000 à 50.000 kw. présenterait pour le moment plus d'inconvénients que d'avantages et il y a lieu de se demander si même en Amérique ces formidables machines répondent à un besoin bien réel. Les unités de 10 à 20.000 kw. que l'on rencontre dans beaucoup de nos usines sont suffisantes pour nous et les services auxiliaires dans nos usines modernes sont aussi bien organisés qu'en Amérique et consomment moins.

Là-bas on emploie presque toujours, pour ces services, des turbines à vapeur de faible puissance qui consomment beaucoup. Chez nous c'est assez rare, on préfère le moteur électrique qui est plus économique.

Au point de vue de l'exploitation, nous avons des progrès à réaliser. En France, une fois l'usine installée et les essais de réception faits, la même machine tourne quelquefois cinq ans, dix ans, sans qu'on se préoccupe de voir si son rendement est resté bon. C'est une grave erreur. Nous pourrons citer deux usines de la région parisienne identiques et datant de la même époque dont la consommation spécifique de l'une est aujourd'hui double de l'autre. La première a été soigneusement entretenue et contrôlée, la deuxième a été complètement négligée.

M. Sosnowski attribue l'étonnante prospérité des Américaines centrales aux faits suivants :

« Tout y est constamment contrôlé. Les stations centrales sont un champ d'expériences continu, quelques-unes sont de vrais laboratoires. Sans parler de l'analyse des matières premières : eau, charbon, huile, tous les appareils sont contrôlés et essayés très fréquemment, quelquefois toutes les semaines, ce qui permet de les tenir constamment au maximum de leur rendement.

« Tout y est provisoire.

« Avec l'esprit pratique américain, aucune installation, si moderne qu'elle soit, n'est considérée comme définitive.

« Si une installation, après quelques années de marche, ne répond plus aux progrès réalisés par ailleurs, son matériel a beau être en parfait état, on le remplace partiellement ou totalement. »

Il faudra aussi que nos exploitants cessent de cacher avec un soin jaloux leurs résultats d'exploitation : consommation de charbon ; prix de revient du kilowatt-heure.

Pierre Moutier,
Ingénieur-Electricien.

(1) Conférence de M. Sosnowski, 24 mars 1916, à la S. I. E.

++++++++

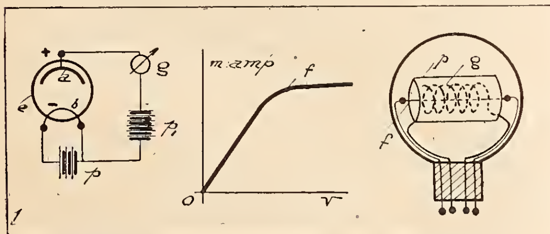
Notions pratiques de télégraphie sans fil (1).

Tubes à vide détecteurs et amplificateurs.

Les applications de l'effet Edison sont les grandes nouveautés électriques : l'ampoule Coolidge en radiologie, la lampe Tungar, comme redresseur de courant, les audions en télégraphie sans fil.

L'auteur nous montre le fonctionnement de ces audions comme détecteurs et comme amplificateurs dans la réception de T. S. F. Ces procédés, qui se perfectionnent d'ailleurs tous les jours, vont rendre pratique la téléphouie sans fil.

Emission des charges négatives par un filament de lampe. — Si l'on dispose à l'intérieur de l'ampoule d'une lampe à incandescence *l* (fig. 1) une électrode isolée *a* et qu'on la relie directement à l'une des bornes du filament, (par exemple positive), on constate qu'il y a production d'un courant continu dans le fil de liaison, tant que le filament est incandescent. Cette expérience est appelée l'effet Edison. On peut interpréter ce phénomène en supposant qu'un filament métallique incandescent émet un flux de corpuscules négatifs appelés électrons. Ceux-ci sont attirés par l'électrode isolée si elle est maintenue à un potentiel positif, et il se produit de la cathode (filament) à l'anode (plaque) un véritable flux d'électricité présentant une certaine analogie avec un courant. Si nous intercalons dans le fil de liaison une batterie de piles p_1, portant ainsi l'anode à un potentiel plus élevé, et un galvanomètre *g*, dès que le filament sera incandescent, nous constaterons le passage d'un courant de l'ordre d'une dizaine de milliampères (p_1, égalant environ 150 à 200 volts).



Fig, 1. Fig. 2.

Electrons. — De nombreuses études ont permis de concevoir l'existence de grains immatériels ou électrons qui font partie intégrante de l'atome. Si nous supposons que dans un métal un grand nombre circulent entre les atomes, on conçoit facilement qu'ils ne peuvent s'échapper sans provoquer un déséquilibre. Une forte élévation de température favorise par contre l'émission ; leur vitesse d'agitation augmentant, ils peuvent sortir et peuvent être attirés par une force extérieure. C'est ce qui se passe dans l'expérience précédente ; ils servent alors de support au courant. Il faut remarquer de suite, pour éviter toute erreur, que le sens du courant est inverse du sens du mouvement des électrons.

La vitesse des électrons atteignant plusieurs dizaines de kilomètres par seconde, ils pourront servir de support à des courants variant rapidement.

Courant de saturation. — Si nous augmentons le nombre d'éléments de la pile p_1, l'intensité du courant passant dans le circuit extérieur augmente, ceci se comprend facilement puisque, l'attraction étant plus forte, le nombre d'électrons augmente, ainsi que l'intensité à laquelle ils servent de support.

A partir d'une certaine valeur de la différence de potentiel en p_1, le nombre d'électrons attirés au dehors n'augmente plus (courbe *f*) ainsi que l'intensité ; on dit alors qu'il y a saturation.

Pour différentes valeurs de la température du filament on aura aussi des valeurs différentes du nombre d'électrons émis, et la courbe *f* peut être plus haute ou plus basse suivant la température.

Remarque. — Si l'électrode *a* avait été chargée négativement (batterie p_1, inversée) elle aurait repoussé les électrons. Cette propriété a permis d'employer la lampe à 1 anode comme valve.

Valve de Fleming. — Dans la valve de Fleming utilisée comme détecteur, la même batterie connectée à des résistances convenables sert au chauffage du filament et à porter l'électrode au potentiel positif désiré. Un circuit oscillant sur lequel agit le circuit antenne-terre, porte l'électrode à des potentiels alternativement plus grands et plus petits que le potentiel appliqué normalement, et la valve laisse passer des courants dans un sens seulement. Un récepteur téléphonique monté en série peut être impressionné.

Tubes à vide à deux anodes. — Dans les phénomènes étudiés précédemment nous n'avons pas

(1) Voir l'*Electricien*, nos des 15 et 31 juillet 1919.

fait intervenir les propriétés du gaz raréfié que contient l'ampoule. En fait ce gaz ionisé par le choc des électrons complique les phénomènes qui se produisent. Cette ionisation a pour principal effet d'accroître la valeur du courant entre filament et électrode, parce que les ions positifs neutralisent partiellement les charges négatives qui transportent les électrons. Par contre le fonctionnement est moins régulier et plus complexe, et les caractéristiques peuvent être très irrégulières suivant la quantité de gaz restant.

Quand le vide est très poussé, les propriétés sont plus stables, et nous étudierons, dans ce qui va suivre, les applications des tubes à vide poussé. La valve à l'électrode étant d'une sensibilité médiocre, on l'a perfectionné en adjoignant une deuxième électrode appelée grille. C'est ce perfectionnement qui a permis de si rapides et si considérables progrès en télégraphie sans fil. On a pu réaliser ainsi des lampes fonctionnant comme détecteurs, amplificateurs et générateurs d'ondes entretenues.

Constitution des tubes à vide à deux anodes. — Les tubes à vide sont en général formés d'une ampoule vide d'air, d'un filament et d'une électrode pleine appelée plaque. Entre ces deux éléments se trouve la deuxième anode, appelée grille, constituée par une lame métallique perforée ou un treillis de fil fin. Les dispositions diffèrent suivant les constructeurs. Dans certains types, la grille placée au-dessus du filament est formée d'une plaque métallique perforée en forme de rectangle, et d'une plaque pleine de même dimension placée à quelques millimètres au-dessus de la grille; dans d'autres types, en particulier le modèle de la télégraphie militaire (fig. 2), la plaque p est enroulée en cylindre, le filament f tendu suivant l'axe de ce cylindre, et la grille g intermédiaire est un simple fil en nickel enroulé en hélice.

Le chauffage est généralement fourni par une batterie d'accumulateurs ou une petite génératrice, sous une tension de 4, 6 ou 10 volts. La différence de potentiel entre filament et plaque est de 40 à 80, 120 et 400 volts. Des lampes de dimensions plus grandes et résistant à des tensions supérieures ont été construites pour des essais de téléphonie sans fil.

Fonctionnement des tubes à vide à deux anodes. — On conçoit d'abord que si le filament est incandescent et la plaque maintenue à un certain potentiel positif, il y aura passage d'un certain courant d'électrons allant du filament à la plaque. Si la grille est chargée négativement, les électrons seront repoussés par la grille et une faible partie seulement, traversant les interstices de la grille, atteindra la plaque. Si au contraire la grille est chargée positivement, elle attirera les électrons et il y aura une certaine concentration du flux d'électrons se dirigeant vers la plaque. La grille étant reliée à un pôle du filament il y aura passage d'un léger courant dans le circuit-filament-grille dans le dernier cas, et augmentation du courant dans le circuit filament-plaque. Donc, avec une légère modification du potentiel de la grille, on peut obtenir de grandes variations du courant filament-plaque.

Courbes caractéristiques des tubes à vide. — On peut étudier graphiquement les variations des courants filament-grille et filament-plaque, en réalisant le montage de la figure 3. Le circuit plaque comprend une batterie avec un réducteur de potentiel r' et un milli-ampèremètre g'. Le circuit-grille comprend aussi une batterie avec réducteur r et un milliampèremètre g. Le point commun choisi comme O est relié au pôle négatif de la batterie de chauffage.

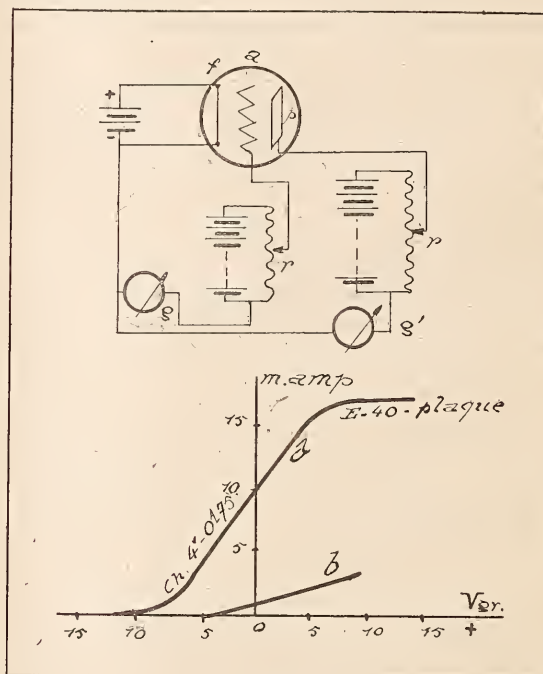


Fig. 3.

A l'aide des réducteurs de potentiel nous pourrons faire varier le potentiel des deux circuits.

Etudions les variations du courant dans les deux circuits si l'on maintient le potentiel de la plaque à une valeur déterminée et si l'on varie le potentiel de la grille.

Si le potentiel de la grille est inférieur à 10 ou

12 volts (courbe fig. 3) il n'y a aucune déviation aux ampèremètres.

Quand le potentiel s'approche du point O, le courant croît dans le circuit de plaque (courbe *a*), et commence dans le circuit grille (courbe *b*) quand le potentiel de la grille atteint O.

Quand le potentiel de la grille devient positif, le courant croît dans le circuit plaque ; il atteint, pour une certaine valeur, l'intensité correspondant au courant de saturation.

On peut expliquer cette courbe caractéristique en considérant la trajectoire des électrons pour certains potentiels de la grille. Il faut admettre au préalable que l'inertie des électrons étant très petite, ils suivent les lignes de force du champ électrique entre les divers éléments, mais en sens inverse ; on sait d'autre part que les lignes de force sortiront de tous les points du corps au potentiel le plus élevé, pour aboutir sur le corps au potentiel le moins élevé.

En 1 (fig. 4) le potentiel de la grille est inférieur à celui du filament et de la plaque, donc les lignes de force partent de *p* pour aboutir en *g*, et de *f* pour aboutir en *g* ; il n'y a aucune attraction d'électrons et par suite aucun courant.

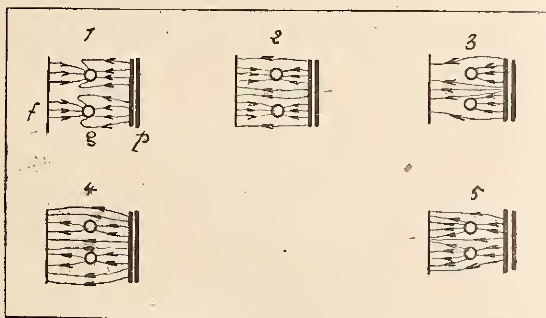


Fig. 4.

En 2, le potentiel de la grille devient plus grand et déjà quelques lignes de force partent de *p* (plaque) vers *f*) filaments) donc attraction de quelques électrons, et passage d'un courant minime dans le circuit-plaque.

En 3, le potentiel de la grille égale le potentiel du filament, les lignes de force partent en plus grand nombre de *p* vers *f*, donc le courant-plaque augmente.

En 4, le potentiel de la grille est plus grand que celui du filament, donc des lignes de force partent de *p* vers *f* et de *g* vers *f*. Il y a attraction des électrons par la grille et la plaque, et par conséquent le courant augmente dans le circuit-plaque et commence dans le circuit-grille.

En 5, les deux courants augmentent d'intensité, quand le potentiel de la grille augmente.

Forme des courbes caractéristiques. — En faisant varier la tension de la plaque, on obtiendra des courbes caractéristiques décalées vers la gauche ou vers la droite, sans augmentation du courant de saturation, ce qui se comprend aisément.

En faisant varier le courant de chauffage, les courbes s'élèvent en même temps que les différentes températures du filament.

Tubes à vide détecteur. — Nous avons dit précédemment qu'une légère modification du potentiel de la grille permettait d'obtenir de grandes variations du courant filament-plaque. D'autre part, pour que la lampe puisse fonctionner en détecteur, il faudra que ces variations de courant soient plus intenses dans un sens que dans l'autre. C'est en somme le problème résolu par tout détecteur, un détecteur devant être un conducteur qui ne suit pas la loi d'Ohm.

Considérons la courbe caractéristique de la figure 5 et supposons qu'on se soit arrangé pour amener la lampe à fonctionner au point M, en maintenant la tension de la grille à une valeur négative constante M. Cette tension initiale provoque dans le circuit-plaque le passage d'un courant constant $i = Oa$.

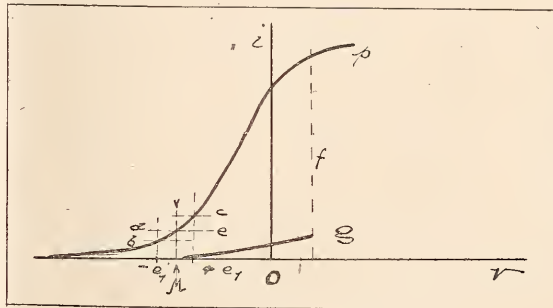


Fig. 5.

Si des variations alternatives de tension de la grille sont produites de chaque côté du point M, c'est-à-dire $+ e_1$, et $- e_1$, il en résultera dans le circuit-plaque des variations dissymétriques de courant *a* et *b c e* dues à la courbure de la caractéristique *p*. Si nous intercalons un récepteur téléphonique dans le circuit-plaque, la membrane subira un déplacement dû à cette dissymétrie.

On comprend que la dissymétrie sera plus forte si la partie *bc* de la courbe *p* est très courbée.

Montage du tube à vide en détecteur. — On monte la lampe suivant le schéma de la figure 6. Le circuit antenne-terre *a* et le circuit oscillant C font partie d'un système de réception à induction. Les deux bornes connectées généralement au détecteur sont reliées ici d'une part au pôle négatif de la

batterie de chauffage et d'autre part à un système potentiomètre r — batterie p, dont un point est connecté à la grille.

Sur le circuit-plaque, on monte la batterie de potentiel p' et le récepteur téléphonique t.

A l'aide du potentiomètre r, on peut amener la lampe à fonctionner au point M, région de grande courbure de la caractéristique (fig. 5), on pourrait tout aussi bien régler la tension de façon à se trouver sur la ligne f, région de la courbure supérieure. Si maintenant, à l'aide de ce système, on reçoit des signaux, le circuit oscillant C produira des variations alternatives de tension $+ e_1$, et $- e_1$, autour de la tension constante M et le courant dissymétrique qui en résultera dans le circuit-plaque actionnera le téléphone.

On remarque que l'emploi du point M correspondant à la région de courbure inférieure est plus avantageux, car il ne circule aucun courant dans le circuit filament-grille ; il en résulte un amortissement moins grand du circuit oscillant C et par conséquent une syntonie meilleure.

Remarque. — Comparée aux détecteurs à cristaux qui sont les plus sensibles, la lampe fonctionnant en détecteur a l'avantage d'être toujours prête à fonctionner, et d'être moins influencée par les parasites atmosphériques.

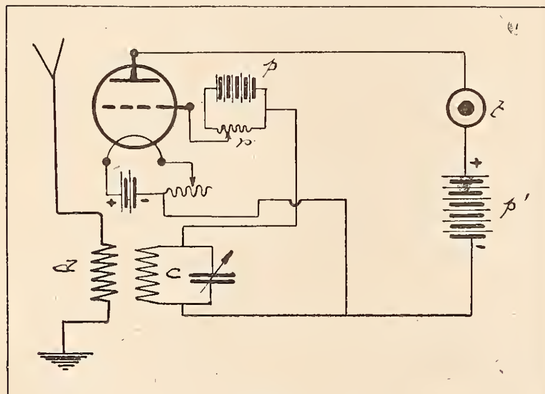


Fig. 6.

Emploi du condensateur shunté dans les tubes à vide détecteurs. — On a cherché à substituer à la pile p et au potentiomètre r (fig. 6) trop délicats, un dispositif plus simple. Ce dispositif (fig. 7-0), consiste en un petit condensateur a shunté par une résistance r. Pour obtenir le fonctionnement de la lampe sur la ligne f (fig. 5), il faudra porter le potentiel de la grille à une valeur un peu supérieure à celui du pôle négatif de la batterie de chauffage (la batterie de chauffage donnant de 4 à 6 volts généralement). Au lieu de réunir la grille au pôle négatif comme précédemment, connectons-la (fig. 7)

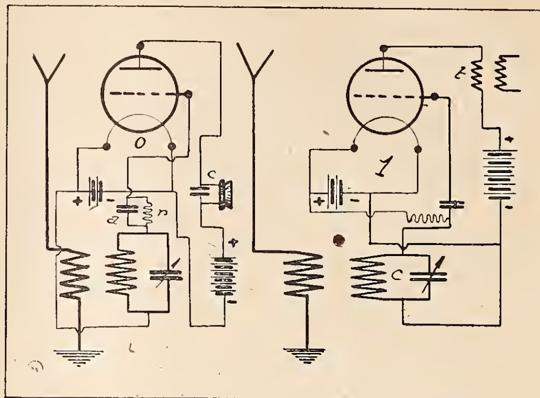


Fig. 7.

au pôle positif de la batterie de chauffage. En intercalant la résistance r dans le circuit-grille, la chute ohmique de tension le long de r fait baisser le potentiel et amène le point de fonctionnement sur la ligne f (fig. 5). Lorsque les oscillations du circuit de réception agiront sur la grille, elles feront osciller le potentiel comme on l'a dit précédemment, mais, dans ce cas, elles seraient trop amorties par la résistance r. Pour éviter cet inconvénient on monte un petit condensateur a qui laisse un passage plus facile. La résistance r doit être très grande, de l'ordre de 1 à 3 mégohm. Le condensateur doit avoir une très faible capacité, $\frac{1}{10^5}$ microfarad.

Le montage 1 de la figure 7 est un montage dérivé du précédent et fonctionne dans les mêmes conditions. Dans ce montage, le récepteur téléphonique est monté dans le circuit-plaque par l'intermédiaire d'un transformateur t. Cette disposition est employée si l'on craint la détérioration du récepteur par suite de la valeur du courant du circuit-plaque-filament.

La figure 8 représente un système r récepteur

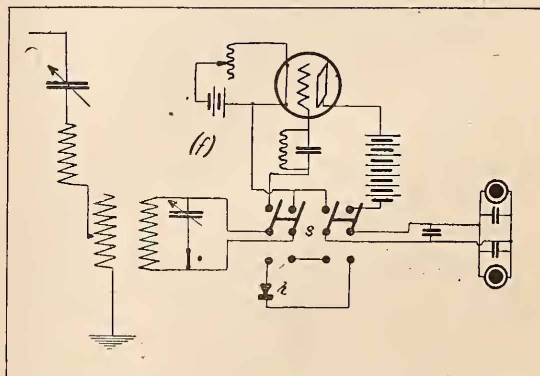


Fig. 8.

complet, dans lequel on peut utiliser, par l'intermédiaire du commutateur *g*, soit une lampe détectrice *f* soit un détecteur à cristaux *h*.

Remarque. — Le fonctionnement du condensateur shunté a été expliqué par de nombreuses théories.

Tube à vide amplificateur. — Les tubes à vide à deux anodes peuvent aussi être utilisés comme amplificateurs ; ils constituent des relais extrêmement sensibles, puisqu'ils ne comportant aucun organe mécanique ayant de l'inertie. Si nous considérons la caractéristique de la figure 3, des variations très faibles de potentiel de la grille provoquent, dans le circuit-plaque, de grandes variations de courant. Comme d'autre part le courant qui circule dans le circuit-grille est très faible, quand celle-ci est reliée au pôle négatif de la batterie de chauffage, les quantités d'énergie dépensées pour les variations du potentiel de la grille seront très faibles. Les points de fonctionnement utilisés sont ceux qui correspondent à la partie rectiligne de la caractéristique, à condition que les variations de courants soient proportionnées aux variations de la tension de grille (c'est-à-dire que les points extrêmes de part et d'autre soient sur la branche rectiligne).

Les conditions à réaliser pour la marche en amplificateur sont : d'amener le point de fonctionnement à l'endroit désiré, en agissant sur le chauffage ou sur la tension de plaque ; de réunir la grille au négatif de la batterie de chauffage.

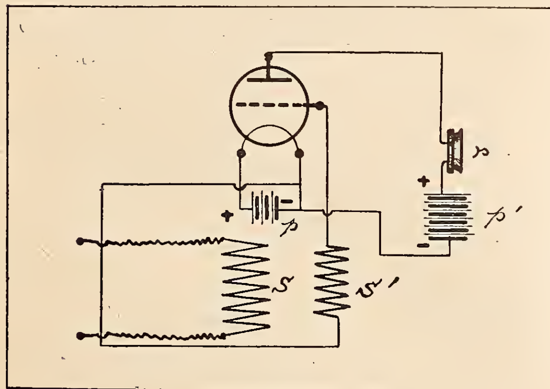


Fig. 9.

Le schéma de la figure 9 représente le montage d'une lampe en amplificateur. Si nous supposons qu'on amène au primaire du transformateur S les courants détectés d'un système récepteur, qui ne peuvent actionner directement un récepteur téléphonique, les variations d'intensité produites produiront des forces électromotrices dans le secondaire S'. Celles-ci modifient le potentiel de la grille et il se produira dans le circuit de plaque des variations d'intensité très fortes qui pourront actionner le récepteur téléphonique *r* monté dans ce circuit.

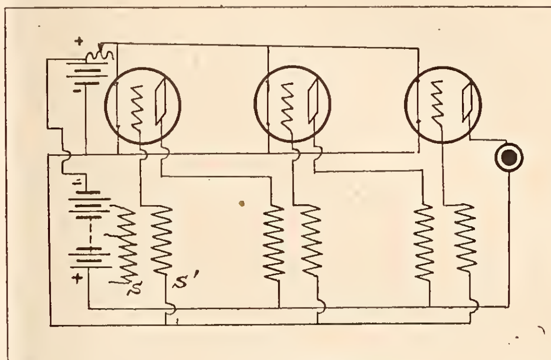


Fig. 10.

Emploi de plusieurs tubes à vide. — Si l'amplification n'est pas suffisante, on peut monter une deuxième lampe (fig. 10) en remplaçant le téléphone *r* par un deuxième transformateur et ainsi de suite. Les filaments des lampes sont généralement alimentés par la même batterie de chauffage, par l'intermédiaire d'un rhéostat. La même batterie sert aussi pour toutes les plaques. Avec 3 lampes on obtient une amplification égale à environ 125 (pour des lampes du modèle de la télégraphie militaire).

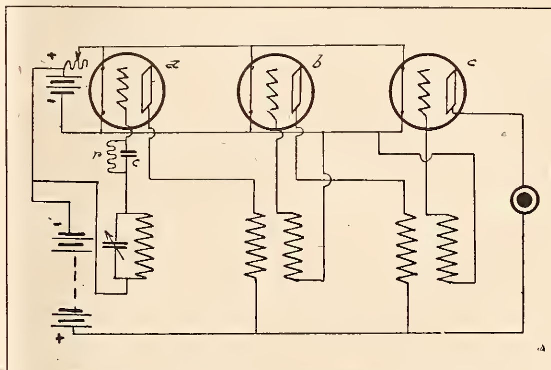


Fig. 11. — Un amplificateur.

On serait porté à croire qu'en augmentant indéfiniment le nombre de lampes on obtiendrait une amplification considérable, mais plusieurs raisons limitent cette multiplication, dont les principales sont : l'augmentation proportionnelle des parasites ; la consommation, les bruits et sifflements dus à la production d'oscillations entretenues.

P. Maurer,
Ingénieur-Électricien.

Le matériel détruit par les Allemands.

M. Lechatelier, président du comité corporatif de la mécanique et de l'*électricité*, a adressé la lettre ci-dessous au ministre de la Reconstitution industrielle :

« Vous m'avez fait l'honneur de me demander de vous fournir à très bref délai une évaluation de l'ordre de grandeur des dommages subis du fait de l'ennemi par l'industrie mécanique des régions libérées.

« Me conformant, dans toute la mesure du possible, aux indications que vous avez bien voulu fournir par votre communication récente, et à celles qui ont été fournies aux présidents des comités corporatifs réunis le 21 juin en présence de plusieurs de vos représentants, j'ai procédé de la manière suivante :

« J'ai admis, pour l'effectif ouvrier normal de l'ensemble de nos industries, le chiffre de 100.000, qui résulte d'enquêtes antérieures, et auquel vous avez bien voulu nous donner préalablement votre accord. Puis j'ai, en conformité de votre suggestion, classé nos industries en trois catégories, savoir :

« 1° La grande industrie, dans laquelle chaque maison occupe plus de 1.000 ouvriers et pratique un assez grand nombre de spécialités différentes (fonderie, forge, chaudronnerie, constructions mécaniques, constructions métalliques, constructions électriques, etc.) ;

« 2° La moyenne industrie occupant plus de 200 et moins de 1.000 ouvriers, et pratiquant un petit nombre de spécialités différentes ;

« 3° La petite industrie, occupant moins de 200 ouvriers, et ne pratiquant généralement qu'une seule spécialité.

« J'ai admis, à la suite d'échanges de vues avec mes confrères, que l'effectif ouvrier de chacune de ces catégories doit représenter sensiblement le tiers du total. Dans ces conditions, et grâce au concours très empressé que j'ai obtenu de M. Dujardin (de Lille), j'ai pu compulser les inventaires d'une usine de la première catégorie, d'une usine de la seconde et de deux de la troisième.

« J'ai l'honneur de vous remettre les nomenclatures, dressées dans le cadre de votre questionnaire, concernant chacune de ces industries. Vous constaterez que, à côté de ce qui constitue leur outillage *fondamental*, elles ont été dépossédées de tout leur outillage *accessoire*, qui comprend un nombre considérable d'objets variés et constitue un élément indispensable de leur activité. Il me paraît vraisemblable que la valeur de l'outillage accessoire excède celle de l'outillage fondamental. Mais la méthode à laquelle vous aviez recommandé de recourir et qui consiste, dans chaque catégorie, à extrapôler les éléments fournis par une expèce, s'appliquerait malaisément à l'outillage accessoire, vu sa variété d'une usine à l'autre.

« Je me borne donc à vous fournir, par la production des inventaires, tous les éléments dont je dispose, en ce qui concerne l'outillage accessoire et à grouper, dans le tableau synoptique ci-après, les chiffres calculés comme il vient d'être dit, qui définissent l'ordre de grandeur pour l'ensemble de l'industrie mécanique, de chacun des éléments constituant son outillage fondamental. »

Outillage fondamental :

E) Générateurs en mètres carrés de surface de chauffe : grande industrie, 15.000 ; moyenne industrie, 50.000 ; petite industrie, 30.000 ; total, 95.000 mètres carrés.

Machines à vapeur, en H. P. : grande industrie, 30.000 ; moyenne industrie, 50.000 ; petite industrie, 30.000 ; total, 115.000 H. P.

F) Moteurs et dynamos à courant continu, en H. P. : grande industrie, 45.000 ; moyenne industrie, 145.000 ; petite industrie, 10.000 ; total, 200.000 H. P.

G) Alternateurs, transformateurs alternatifs, en H. P. : grande industrie, 30.000 ; moyenne industrie, 80.000 ; petite industrie, 10.000 ; total, 120.000 H. P.

H) Bouteilles et tubes à gaz : grande industrie, 1.000 ; moyenne industrie, 300 ; petite industrie, 300 ; total, 1.600 H. P.

J) Machines-outils à métaux travaillant par enlèvement de matières (petites) : grande industrie, 3.000 ; moyenne industrie, 1.000 ; petite industrie, 4.000 ; total, 8.000 H. P.

J) Machines-outils à métaux travaillant par enlèvement de matières (moyennes) : grande industrie, 2.000 ; moyenne industrie, 2.000 ; petite industrie, 2.500 ; total, 6.500 H. P.

J) Machines-outils à métaux travaillant par enlèvement de matières (grandes) : grande industrie, 1.500 ; moyenne industrie, 7.500 ; petite industrie, 16.000 ; total, 25.000 H. P.

Ponts roulants en puissance cumulée de levage : grande industrie, 2.000 ; moyenne industrie, 12.000 ; petite industrie, 6.000 ; total, 20.000 T.

Bascules et balances en puissance cumulée de

levage : grande industrie, 1.500 ; moyenne industrie, 3.000; petite industrie, 2.000; total, 6.500 T.

Locomotives à voie normale : grande industrie, 50.

Wagons à voie normale : grande industrie, 800 ; moyenne industrie, 200 ; total, 1.000 T.

Wagons à voie étroite : grande industrie, 500 ; moyenne industrie, 1.500 ; petite industrie, 2.000 ; total, 4.000 T.

« Nous avions cru que des considérations très simples d'équité devaient laisser aux mains du vainqueur la faculté de s'approprier, au profit de la reconstitution, tous les éléments d'actif privé ennemi venus à sa portée, dans les conditions mêmes où le vaincu s'est approprié l'actif de nos industries.

« Nous sentons que vos efforts dans ce sens n'ont pas triomphé des tendances contraires des alliés. Nous nous sommes inclinés, parce que c'est notre devoir de citoyens, mais non sans penser que notre pays s'est ainsi vu dénier ce à quoi sa douloureuse obstination dans la poursuite du résultat final lui eût donné droit.

« Mais, puisque *le traité de paix prévoit l'institution d'un régime édulcoré de reprises sur l'ennemi, nous ne concevrions pas qu'il en fût fait un usage atténué, quelles que puissent être et la résistance de l'ennemi et la nonchalance des Alliés dans l'application.* »

K) Machines-outils à métaux procédant par modelage de la matière (moyennes) : grande industrie, 500 ; moyenne industrie, 300; petite industrie, 2.200 ; total, 3'000 H. P.

K) Machines-ontils à métaux procédant par modelage de la matière (moyennes) : grande industrie, 400; moyenne industrie, 200; petite industrie, 3.400; total, 4.000 H. P.

K) Machinlnes-outils à métaux procédant par modelage de la matière (grandes) : grande industrie, 500 ; moyenne industrie, 100 ; total, 600 H. P.

L) Machines-outils à bois : grande industrie, 200 ; moyenne industrie, 500 ; petite industrie, 3.300 ; total, 4.000 H. P.

M) Grues en puissance cumulée de levage : grande industrie, 800 ; moyenne industrie, 700 ; petite industrie, 1.500 ; total, 3.000 T.

**

La production houillère française en 1918.

La production houillère française, qui n'avait été, en 1916, que de 21 millions de tonnes, fut intensifiée en 1917 de telle façon qu'elle pût atteindre 28.924.000 tonnes, soit une moyenne de 2.410.000 tonnes par mois.

Les chiffres totaux de 1918 ne sont pas encore connus, mais on croit qu'ils seront inférieurs à ceux de l'année précédente, tout en dépassant ceux de 1916.

En janvier 1918, l'extraction s'élevait à 2.644.000 tonnes; en mars, elle était de 2.681 000, c'est-à-dire sensiblement au-dessus de la moyenne mensuelle de l'année précédente. Mais en avril, elle fléchit à 2.242.000 tonnes, et en juin, elle n'atteignit que 1.825.000 tonnes. En juillet, la production se releva à 2.056.000 tonnes, et en octobre, dernier mois dont les résultats aient été publiés, elle était de 2.215.000 tonnes. D'après les évaluations, les deux derniers mois de l'année n'auraient guère donné plus de 2.100.000 tonnes. Au total, on doit s'attendre pour 1918, à une diminution d'au moins 2 millions et demi de tonnes sur l'année précédente.

Il y a plusieurs causes à ce déficit.

L'offensive allemande dans les Flandres, en avril 1918, et l'avance temporaire qui en résulta placèrent sur la ligne de feu ou dans la zone de bombardement les quatre grandes concessions du Pas-de-Calais, jusqu'ici à peu près indemnes : l'extraction de Béthune se trouvait presque entièrement paralysée, celle de Nœux sensiblement touchée, celle de Bruay et même celle de Marles gênées et diminuées.

Aussi, la production de l'arrondissement minéralogique d'Arras tomba-t-elle de 952.000 tonnes en février à 279.000 tonnes en mai, pour ne remonter qu'à 451.000 tonnes en juillet. En octobre dernier, il y avait un sérieux progrès avec 746.000 tonnes extraites.

Les mines du Centre et du Midi ne purent compenser les insuffisances de celles du Pas-de-Calais, car elles avaient déjà, en 1917, intensifié leur moyenne de production de 45 % par rapport à 1913. Certains même avaient progressé de 82 %. Elles ne pouvaient faire davantage. En réalité, leur production baissa même partout, comme le montrent les chiffres suivants relatifs aux mois d'octobre 1917 et d'octobre 1918 pour les bassins suivants : Gard, 310.000 et 254.000 tonnes. — Saône-et-Loire, 326.000 et 266.000 tonnes. — Centre, 175.000 et 155.000 tonnes. — Bouches-du-Rhône, 98.000 et 93.000 tonnes. — Dauphiné, 55.000 et 49.000 tonnes. — Loire, 423.000 et 425.000 tonnes. — Tarn et Aveyron, 250.000 et 210.000 tonnes.

Le rendement moyen individuel de l'ouvrier mineur a contribué grandement aux diminutions. On cite une grande mine dont le rendement moyen individuel a été de 50 % inférieur à celui de 1913. Dans l'ensemble des mines du Pas-de-Calais, la moyenne ne dépasse plus 600 kilos par jour, au lieu de 1.000 avant la guerre. Dans certains gisements du Centre ou du Midi, le rendement moyen journalier est tombé à 400 et même parfois à 300 kilos.

Une partie des effectifs ouvriers, étrangers au gisement où ils avaient été embauchés, ont contribué aussi à la baisse du rendement.

Il faut tenir compte aussi du départ non compensé des deux jeunes classes, de l'épidémie de grippe qui a durement sévi sur les centres miniers durant tout l'été et l'automne, enfin de la crise des transports, paralysant l'évacuation des produits encombrant les carreaux et gênant l'exploitation.

Certaines des causes ci-dessus peuvent continuer à se faire sentir pendant un certain temps. Beaucoup de nos mines ont été épuisées par une exploitation trop intense. On sera probablement conduit, par nécessité, devant l'insuffisance du nombre de nos mineurs, à faire appel à la main-d'œuvre étrangère.

Les nombreux travaux indispensables à exécuter dans nos mines sinistrées des pays délivrés dureront fort longtemps, avant de permettre de nouvelles exploitations. Il y aura de nombreux travaux à faire aussi dans nos autres mines pour les mettre à même de produire encore, car leur matériel a été surmené. Aussi, est-il à craindre que la production houillère de l'année 1919 soit encore assez faible et ne dépasse que légèrement celle de 1917, malgré la reprise de nos anciennes mines perdues.

Informations. -- Analyses. -- Revues.

Les recherches industrielles et scientifiques.

Savez-vous de combien le *Committee of the privy Counsel for scientific and industrial Research* dispose ?.

De la bagatelle de 25 millions de francs destinés à être dépensés en quatre ou cinq ans !

Cet organisme procède par voie de création d'associations, corporations de recherches scientifiques n'ayant pas en vue la réalisation de bénéfices et qu'il subventionne largement. Mais il accorde également des subventions à des associations autres que celles qu'il a fondées, ainsi qu'aux chercheurs isolés. En outre, il décerne des bourses aux étudiants qui se préparent à l'application des méthodes de recherches scientifiques.

Parmi les associations subventionnées, citons : la Station de recherches sur les combustibles, dont la construction, évaluée à plus de 3 millions de francs, est très avancée ; le Service de recherches sur l'étain et le tungstène, à qui il est alloué 65.000 francs par an, tandis que les propriétaires miniers du duché de Cornouailles, particulièrement intéressés à ces recherches, assurent une allocation annuelle de 50.000 francs pendant trois ans ; l'Association britannique de recherches sur les instruments de précision qui, considérée comme fondamentale, comme « clé » ou « pivot » pour toutes les industries, recevra près de 1 million en cinq ans en plus de la subvention de 100.000 francs par an que les constructeurs se sont engagés à fournir pendant trois ans, etc.

Les organisations autres que celles créées ou patronnées par le Comité, mais auxquelles des subventions sont accordées pour des recherches spéciales, étaient au nombre de 15 en 1916-17 ; ce nombre s'est augmenté de 6 au cours de l'année 1917-18.

Durant cette même année des bourses ont été allouées à 25 étudiants se préparant aux méthodes de recherches, et à 36 chercheurs, maîtres ou assistants. La dépense de ce chef a été de 195.000 francs au lieu de 92.000 francs dans l'année précédente et a été plus grande encore pour 1918-1919.

++

La dénomination de la puissance des machines.

Après enquête auprès des professeurs et des ingénieurs-conseils, les ateliers de constructions électriques de Charleroi ont décidé de remplacer dans leurs catalogues l'expression de la puissance en chevaux par son équivalent en kilowatts. Transitoirement, il y aura deux colonnes : l'une à gauche donnant la puissance en kilowatts ; l'autre à droite l'exprimant en chevaux.

Il serait désirable que nos amis les mécaniciens, avec lesquels nous entretenons de si bons rapports et avons d'ailleurs partie liée, se décident enfin à secouer le joug de la routine.

Nous savons qu'ils ont eu un fort beau geste en 1889 en adoptant solennellement le *poncelet* de 100 kgm : s. Mais à part quelques humoristes qui ont eu l'air d'arriver en ligne directe de la lune, nos braves mécaniciens se sont toujours très soigneusement abstenus de mentionner jamais le poncelet dans leurs travaux et celui-ci est mort né.

Nous leur tendons la perche. Qu'ils adoptent avec nous le kilowatt. Celui-ci vaut 102 kilogrammètres, soit sensiblement le poncelet auquel ils ont si peu tenu et ainsi une unité bien incommode à cause de son facteur 75, le cheval, qui a fait son temps, aura enfin disparu.

++

La mesure des capacités.

Pour l'étalonnage des condensateurs, le procédé ci-dessous est proposé :

La méthode comporte, en principe, la production de *battements* par la superposition de deux courants de haute fréquence dont les périodicités sont légèrement différentes l'une de l'autre.

On sait l'extrême sensibilité à laquelle un dispositif de ce genre se prête lorsqu'il est fait usage de *lampes à vide* (audions) à trois électrodes, à cause des grandes fréquences réalisables, de la constance de celles-ci et du caractère purement sinusoïdal des oscillations obtenues. Le phénomène d'interférence ou de battement de deux courants de fréquences voisines se produit d'une manière très nette, même lorsque l'écart des fréquences est extrêmement minime, comparé à la haute périodicité des courants superposés.

Le dispositif est réalisé à l'aide de deux circuits comprenant chacun une lampe génératrice d'oscillations à haute fréquence.

Dans chacun de ces circuits, la périodicité est déterminée par l'oscillation d'un *condensateur* avec une *self* insérés dans le circuit *filament-grille*.

lequel est accouplé au circuit *filament-plaque*. Dans chacun des circuits la self susdite est supposée avoir exactement la même valeur.

Les circuits sont disposés de manière à réagir l'un sur l'autre, c'est-à-dire à obtenir la production de battements qui sont rectifiés par l'une des lampes et décelés au téléphone.

En faisant varier très légèrement le condensateur du premier circuit en deçà ou au delà de la valeur du condensateur du second circuit, la fréquence des battements perçus au téléphone varie fortement, la hauteur du son croissant avec l'écart entre les capacités et son intensité passant par zéro lorsque celles-ci atteignent des valeurs identiques.

On peut de cette manière étalonner avec grande précision un condensateur à l'aide d'une capacité connue et la méthode se prête à diverses combinaisons, tant au point de vue de l'agencement des circuits que de l'étendue des mesures à effectuer. Elle peut également être appliquée à l'étalonnage des self inductions.

En outre de la précision, le procédé présente en sa faveur la commodité et la simplicité.

(*Electrician.*)

++

Essais de l'acier par l'électricité.

On peut utiliser l'électricité à la vérification de l'acier brut et des objets manufacturés en acier.

La méthode repose sur le fait que les propriétés magnétiques et mécaniques d'un acier déterminé sont étroitement liées. Les essais mécaniques, les analyses chimiques, les examens microscopiques sont certainement très utiles, mais aucun d'eux n'est applicable à une pièce fabriquée prête à être mise en service. Puis, tous ces essais ont un défaut capital ; ils se rapportent à une très petite partie d'un échantillon qu'on suppose représenter une pièce fabriquée ou un lot de pièces. Les essais électriques, au contraire, peuvent porter sur les pièces fabriquées : il faut d'abord établir par une série d'essais préliminaires, les caractéristiques magnétiques de ce qu'on sait être un spécimen satisfaisant.

On commence par étudier les propriétés magnétiques d'échantillons bons, mauvais, passables, ce qui permet d'établir une échelle d'équivalence entre les données magnétiques et telle qualité que devra présenter la pièce examinée.

On sait que l'augmentation de la dureté et de la résistance à la traction, dues à une plus forte teneur en carbone, s'accompagnent d'un accroissement du *champ coercitif* et de *l'hystérésis* et une diminution de la *perméabilité*. De même, l'étirage à froid de l'acier augmente la résistance à la traction et, simultanément, le champ coercitif et l'hystérésis, tandis qu'il réduit la perméabilité. Le traitement calorifique, l'âge et les actions mécaniques antérieures produisent tous des variations correspondantes dans les propriétés mécaniques et dans les propriétés magnétiques, et on peut déterminer une fois pour toutes le rapport entre ces changements pour chaque acier particulier.

Le grand avantage des essais magnétiques, c'est qu'on peut l'appliquer rapidement aux pièces fabriquées et même aux pièces en service. Un autre avantage, c'est qu'ils indiquent les variations de l'état mécanique de la composition chimique, soit purement locales, soit dans la pièce considérée comme un bloc.

A une réunion de l'« Iron and Steel Institute » (d'après l'*Electrical Review*, Londres), M. Kôtaro Honda a indiqué un autre exemple d'emploi des essais magnétiques. Les variations dans la constitution de l'acier, avec perte simultanée des propriétés magnétiques qui se produisent à la température de recalescence, sont utilisées dans la trempe; le four électrique Wild-Barfield, par exemple, met à profit la disparition des propriétés magnétiques pour indiquer que cette température critique est atteinte.

++

La soudure à l'arc électrique.

La soudure autogène, à la mode maintenant, sera remplacée par la soudure à l'arc électrique. En vue de son application à la construction des navires, l'Amirauté anglaise avait constitué une Commission chargée de formuler les règles à suivre. Voici un résumé du rapport de M. Sayers.

Les prescriptions à suivre peuvent être divisées en deux groupes : 1° celles concernant la sécurité des opérations ; 2° Celles relatives au fonctionnement et à la source d'énergie.

Pour la sécurité du personnel.

1° *Protection contre les radiations.* — La lumière d'un arc nu exerce une action nocive sur les yeux et la peau ; l'action est plus forte avec l'arc au fer qu'avec l'arc au carbone, à cause de la richesse plus grande de la lumière émise par le premier en rayons ultra violets. Quand la soudure est effectuée dans un atelier dans les mêmes conditions, on peut installer des écrans, munir les ouvriers de masques qui les protègent. Les difficultés sont puls grandes pour la soudure des coques de navire où les opérateurs travaillent sur des échafaudages.

Il faut que les radiations émises par l'arc n'atteignent la peau ou les yeux des opérateurs (ou des ouvriers situés au voisinage) qu'après avoir traversé des écrans opaques aux radiations nuisibles. On connaît aujourd'hui des verres suffisamment transparents à la lumière ordinaire qui arrêtent les radiations ultra-violettes. Il importe naturellement que les écrans ou les masques utilisés ne gênent pas le travail. Les lunettes ne protègent que les yeux. Les masques protègent la face, mais peuvent gêner l'opérateur. Un écran tenu par la main gauche et un bouclier pour protéger le bras gauche donnent toute satisfaction pour un travail immobile. Ils conviennent moins bien pour les réparations, la main gauche pouvant être nécessaire à d'autres usages. Pour un arc de puissance donnée, il existe une certaine distance au delà de laquelle aucune protection n'est plus nécessaire.

Il faut signaler également que les radiations infra rouges (radiations calorifiques) peuvent produire sur la peau de véritables « coups de soleil » contre lesquels il faut se protéger. Cet effet ne se produit cependant qu'à de courtes distances.

2° *Protection contre les commotions.* — La tension aux bornes d'un arc à souder est faible, aussi bien en courant continu qu'en courant alternatif; elle est d'environ 30 volts. Mais il y a toujours, en série, sur l'arc, une résistance (ou une bobine inductive) et, quand l'arc est éteint, toute la tension d'alimentation se trouve sur l'électrode. C'est à ce moment que la commotion est le plus à craindre, à la fois parce que la tension est le plus élevée et parce que l'électrode ne paraît pas dangereuse.

En *courant continu*, le danger est pratiquement nul si les conditions d'alimentation sont convenablement réglées : la tension d'alimentation nécessaire ne dépasse pas 100 volts pour des électrodes métalliques ou des

électrodes de carbone et une commotion de 100 volts n'est généralement pas dangereuse.

Avec le *courant alternatif*, les conditions sont différentes; tandis que la tension indiquée par un voltmètre est faible, en pratique la tension réelle peut être considérablement plus grande dans le circuit. Cette tension est susceptible, dans certaines conditions, de donner une commotion assez forte. Les gants isolants protégeront d'une manière efficace.

Dans la soudure en courant continu aussi bien qu'en courant alternatif, l'objet à souder doit être mis au sol ou relié à la ligne neutre du circuit d'alimentation.

L'isolant du conducteur flexible, au voisinage du manche de l'électrode, est exposé à s'échauffer considérablement par rayonnement et par conduction.

Les rhéostats ou les bobines de réactance doivent être également surveillés : les courants employés sont intenses, surtout au moment des mises en court-circuit; il faut toujours assurer une bonne ventilation.

Alimentation en courant.

Pour de petits travaux, on peut utiliser le courant d'une ditribution ordinaire. Mais ce n'est pas possible pour les travaux importants, car il y a trop d'énergie perdue dans les rhéostats ou dans les bobines de réactance, car la tension nécessaire à l'arc est très inférieure à la tension de la plupart des distributions. La mise au sol de l'objet à souder est également critiquable du point de vue de la distribution.

Avec une distribution à courant continu, il vaut mieux, dans ce cas, installer un dispositif convertisseur (par exemple un moteur-générateur) qui fournit la tension voulue.

Dans une distribution à courant alternatif, on doit employer des transformateurs. Quand le courant est monophasé, la distribution ne semble pas avoir besoin de dispositifs de sécurité spéciaux. Dans le cas de courants polyphasés, il faut tenir compte de l'équilibrage des phases. La disposition la plus simple consiste à mettre le transformateur pour soudure sur une phase. Si un certain nombre d'arcs à souder sont répartis également entre les différentes phases, ils pourront s'équilibrer.

++

Commutatrices à haute tension.

On construit actuellement des commutatrices qui peuvent fonctionner à des tensions de 1500 volts, mais seulement pour des fréquences de 25 et 30 périodes. Quand le courant alternatif provient de systèmes à 60 périodes comme sur la ligne Chicago-Milwaukee et Saint-Paul (Etats-Unis), on convertit le courant au moyen de *moteurs-générateurs* ; mais il est évidemment préférable, au point de vue du rendement, d'éviter, si possible, l'emploi de moteurs-générateurs. Avec un courant d'alimentation de 25 ou 30 périodes et une tension de ligne ne dépassant pas 1500 volts, on peut effectuer la conversion au moyen d'une seule commutatrice.

La principale difficulté, avec ces machines, provient des étincelles aux balais qui peuvent se produire quand surviennent des courts-circuits sur la ligne. Les commutatrices à 600 volts ne sont pas exemptes de ce défaut, et même, les premières commutatrices à 600 volts étaient très défectueuses à cet égard, surtout celles qui utilisaient du courant à 60 périodes. L'emploi de pôles auxiliaires a beaucoup amélioré le fonctionnement, sans supprimer complètement les étincelles quand le court-circuit se produit au voisinage des machines.

Dans le cas des machines ordinaires commandées par des interrupteurs ordinaires, le meilleur remède consiste à éviter l'emploi de courts feeders, car il est évident que plus sera grande la résistance du feeder, et plus faibles seront les courants de court-circuit.

On a aussi envisagé l'introduction de *réactances* dans les circuits des feeders pour empêcher le courant d'atteindre une valeur supérieure à 10 fois environ sa valeur normale, avant que ne s'ouvre l'interrupteur ; mais la pratique n'est pas à recommander d'une manière générale, par suite du prix des bobines et de l'espace qu'elles occupent, et par suite aussi de l'effet inductif qui a tendance à maintenir un arc entre les contacts des interrupteurs. Il est préférable de limiter le courant au moyen d'une résistance mise normalement en court-circuit par un interrupteur à action rapide, qui, ouvert, relie d'abord la résistance en série avec la machine et, ensuite, coupe entièrement le circuit. Une autre méthode consiste à disposer l'interrupteur de manière qu'il insère automatiquement une résistance dans le circuit des inducteurs.

Les recherches récentes ont montré d'une manière concluante que les troubles dus aux étincelles peuvent être considérablement réduits si le circuit est interrompu par un interrupteur à action rapide. Plus l'interrupteur fonctionne rapidement et plus élevé peut être le courant sans donner d'étincelles aux balais.

Des essais récents, effectués par la General Electric Company des Etats-Unis, ont montré qu'avec un interrupteur spécialement combiné pour fonctionner en 0,05 sec. environ, des commutatrices à 60 périodes peuvent être mises en court-circuit *sans production d'étincelles* : mais il est bon de munir les broches des balais de séparateurs et de dispositifs permettant le soufflage de l'arc.

On utilise de préférence pour le soufflage magnétique des bobines en série au lieu de bobines en dérivation, parce qu'avec ces dernières, le champ ne s'établit pas assez rapidement.

Pour éviter toute étincelle, les interrrupteurs doivent tout d'abord insérer une résistance dans le circuit, et ensuite couper complètement celui-ci, sans que la résistance réduise le courant à une valeur trop faible.

Les circuits des commutatrices peuvent être interrompus à la vitesse voulue au moyen de fusibles en argent ; mais, par suite de la complication qu'entraîne le remplacement des fusibles, les interrupteurs à action rapide sont préférables.

Le type d'interrupteur qui semble avoir donné les meilleurs résultats avec les machines à haute tension comprend deux bobines de fonctionnement, une bobine de fermeture et une bobine agissant en sens inverse, mise en série sur le circuit. Quand le courant devient excessif, par suite d'un court-circuit, les ampères-tours de la bobine-série dépassent grandement ceux de la bobine de fermeture et l'interrupteur s'ouvre.

Les essais effectués ont montré que les convertisseurs munis de dispositifs de soufflage et commandés par des interrupteurs à action rapide sont efficacement protégés, et qu'il est impossible que la machine soit grillée même sous les conditions les plus défavorables.

(*Electrical Review.*)

++

Les alternateurs pour haute fréquence.

L'industrialisation de la T. S. F. a conduit à modifier les dispositifs employés primitivement (production de décharges oscillantes par des transformateurs et des condensateurs) et à fabriquer des alternateurs dont la fréquence correspond à celle des oscillations électriques des antennes employées.

Cette méthode permet d'obtenir de grandes puissances. Les machines employées peuvent se classer ainsi :

1° Machines en cascades.
2° Machines à cascades internes ;
3° Machines homopolaires à disque ;
4° Machines à réluctance variable ;
5° Machines à utilisation partielle de la périphérie.

1° *Les machines en cascades* forment une série d'alternateurs à pôles alternés, montés sur le même arbre ; le premier donne des courants diphasés de fréquence *f*, qui alimentent l'inducteur du 2e alternateur ; les courants obtenus dans celui-ci sont de fréquence 2 *f*, et sont envoyés dans les inducteurs de la 3e machine, etc. Pour *n* machines de l'espèce, la fréquence finale ainsi obtenue est *nf*.

C'est ainsi que Béthenod a obtenu, en partant d'une fréquence propre de 6000 périodes pour chaque machine, une fréquence dans l'antenne de 4 × 6000 = 24.000 périodes.

2° *Machines à cascades internes.*

Ce sont des alternateurs monophasés à haute fréquence, dans lesquels le rotor est fermé sur des self et des capacités telles que le rotor puisse entrer à la fois en résonance par les 2 fréquences impaires *f* et 3 *f*. Un système analogue de self et de capacités amène la mise en résonance du stator, relié à l'antenne, sur les fréquences 2 *f* et 4 *f*. Ces machines ne diffèrent guère, en principe, des premières. On totalise dans une seule machine l'ensemble de 4 machines en cascade.

3° *Machines homopolaires à disque.*

La machine homopolaire ou à fer tournant présente l'avantage marqué pour les vitesses périphériques élevées, de ne pas avoir d'enroulement mobile : les premiers de ces alternateurs ont été construits par Thury, de 1893 à 1900 et donnaient une fréquence de 10.000 pour 3.000 tours.

4° *Machines à réluctance variable.*

Le stator porte un enroulement d'excitation relié à une batterie d'accumulateurs ; quand les dents du rotor se trouvent en face de celles du stator, la réluctance est minimum et le flux de l'induit est maximum ; c'est l'inverse quand les vides sont en face des dents ;

5° *Machines à utilisation partielle de la périphérie.*

(*Bulletin de la Société française des Electriciens.*)

Analyse directe de l'onde des courants alternatifs par résonance.

Les courants alternatifs ont été analysés au moyen des phénomènes de résonance électrique. M. Blondel a étudié le remplacement de la résonance électrique par une résonance purement mécanique ; il emploie un circuit électrique constant et un instrument de mesure vibratoire pouvant être amené successivement en résonance avec les différents harmoniques du courant ou de la force électromotrice à analyser.

Les divers types de galvanomètres vibrants, imaginés par M. Blondel il y a déjà longtemps (1893), ont été utilisés depuis comme galvanomètres de résonance par différents auteurs : galvanomètre vibrant, à barreaux mobiles, par Wien, et galvanomètre à cadre bifilaire élastique par Campbell. Ces auteurs, utilisant la grande augmentation de sensibilité de l'instrument quand il est en résonance avec l'harmonique fondamental d'un courant alternatif, ont employé les galvanomètres vibrants comme instruments de mesure, de préférence comme instruments de zéro.

M. Blondel emploie, dans l'application actuelle, le galvanomètre vibrant à cadres sur suspension de longueur et de tension variables comme instrument d'*analyse*, en profitant :

1° De la propriété, signalée dès 1893, qu'ont les appareils vibrateurs de renforcer l'harmonique avec lequel ils sont en résonance d'autant plus fortement que leur coefficient d'amortissement est plus faible ;

2° D'une propriété nouvelle et précieuse, plus récemment constatée, et qui est la suivante : quand la longueur de la suspension bifilaire est maintenue constante, la fréquence propre d'oscillation de l'équipage peut être modifiée dans de grandes limites, en faisant varier la tension de la suspension, sans qu'il en résulte de variation sensible du coefficient d'amortissement. Cette propriété est importante, la théorie montrant que la sensibilité à la résonance est inversement proportionnelle à l'amortissement.

Le galvanomètre réalisé par M. Blondel se compose d'un aimant ou électro-aimant créant un champ magnétique. L'équipage est constitué par deux fils, de longueur maximum d'environ 200 millimètres, tendus parallèlement à une distance de 2 à 3 millimètres l'un de l'autre. Entre ces deux fils, en bronze et d'un diamètre de 0,05 à 0,10 millimètres suivant le cas, est placé un petit cadre mobile de 10 à 20 millimètres de longueur, bobiné en forme de boucle aplatie, dont la section a la forme d'un rectangle (2 × 2 millimètres à 3 × 3 millimètres). Cette petite bobine (en fil émaillé de 0,03 à 0,10 millimètres suivant les applications) est collée par la gomme laque entre les fils de suspension dont l'écartement est très légèrement plus faible pour que le cadre soit bien maintenu.

Les deux extrémités de la bobine sont soudées aux deux fils du bifilaire qui constituent les arrivées du courant et sont réunis aux bornes. L'écartement des deux fils du bifilaire est déterminé par deux plaquettes d'ivoire ; leur tension, réglée par un écrou, est mesurée par une sorte de balance sur le plateau de laquelle on dispose des poids. Comme la variation de tension seule ne donnerait pas des limites de fréquence assez étendues, on peut faire varier la longueur du bifilaire en modifiant la distance des deux chevalets sur lesquels il est tendu, à la manière d'un chevalet de violon.

Un seul galvanomètre de résonance ne peut suffire pour l'étendue des fréquences nécessaires. On tourne la difficulté en disposant côte à côte, sur un même support, deux galvanomètres de résonance semblables, mais constitués par des cadres de dimensions différentes, l'un lourd, l'autre léger, qui donnent lieu à des étendues de fréquences également différentes. Cette disposition permet de mesurer l'amplitude des harmoniques depuis l'harmonique 1 jusqu'à l'harmonique 25 et même au delà, l'un des galvanomètres servant pour les premiers harmoniques et l'autre pour les suivants.

Comme ces galvanomètres de résonance nécessitent des étalonnements constants, par suite de la variation du coefficient d'amortissement avec la position des chevalets qui règlent la longueur du bifilaire, M. Blondel utilise une série d'équipages oscillographiques, étalonnés une fois pour toutes et interchangeables, qui peuvent être placés successivement dans la boîte à huile de l'oscillographe ordinaire. Le réglage à la résonance s'effectue par variation de la tension seule du fil de l'équipage. Ces divers équipages donnent toutes les fréquences comprises entre des limites très étendues : de l'ordre de 1 période à 8.000 ou 10.000 périodes, s'il est nécessaire. Les méthodes d'enregistrement utilisées habituellement pour les oscillographes sont applicables.

Avantages. — Le galvanomètre de résonance, dont nous venons d'indiquer les différentes formes, effectue un meilleur triage des harmoniques que l'oscillographe branché sur un circuit de résonance. Dans un exemple, la sensibilité pour les harmoniques voisins non en réso-

nance était inférieure à 1 % de la sensibilité à la résonance, tandis que, pour les méthodes d'analyse par résonance électrique, cette sensibilité relative atteignait, dans les mêmes conditions, 3 à 4 %. Le triage peut en être beaucoup amélioré par les méthodes de résonance électromécanique.

Comparé au galvanomètre à fer doux préconisé, sous le nom d'harmonigraphe à fer doux, pour l'analyse harmonique par MM. Blondel et Carbenay, le galvanomètre vibrant à cadre présente deux avantages :

1° Il est pratiquement insensible aux champs magnétiques extérieurs (l'harmonigraphe y est très sensible) ;

2° Les trépidations extérieures n'ont que peu d'influence sur lui ; on peut d'ailleurs les atténuer au moyen d'une suspension élastique. Par contre, le galvanomètre de résonance nécessite un plus grrand nombre d'équipages que l'harmonigraphe, et son amplification est moins bonne aux basses fréquences ; elle tend à devenir du même ordre aux fréquences élevées. Le grand avantage de l'harmonigraphe à fer doux provient de ce qu'on n'a pas à toucher à l'appareil pour le réglage. Cela peut être aussi obtenu pour le galvanomètre de résonance au moyen de complications supplémentaires, par l'addition d'un électro-aimant agissant à distance sur la tension des fils. En principe, l'appareil est assez peu sensible aux chocs pour pouvoir être réglé à la main.

Enfin, M. Blondel a montré que le galvanomètre de résonance monté sur transformateur permet de mettre en évidence les harmoniques supérieurs, à condition toutefois qu'on ait assez de sensibilité. En particulier, la méthode de double résonance sera utilement employée avec des courants de haute tension sans présenter de danger pour l'opérateur.

En résumé, l'emploi des galvanomètres de résonance à cadre ou à bifilaire pour l'analyse des courants alternatifs constitue une solution nouvelle beaucoup plus pratique et plus précise que celles connues jusqu'à ce jour.

La grande sensibilité des oscillographes et des galvanomètres de résonance permet de brancher ces instruments sur les diverses impédances introduites dans le circuit sans en troubler d'une façon nuisible le régime dans les conditions ordinaires des distributions industrielles, car ils n'exigent pour leur fonctionnement qu'une fraction de volts, ce qui est peu de chose par rapport aux tensions des réseaux.

++

Ce qu'on peut faire en agriculture avec un kilowatt-heure.

L'énergie consommée par nos lampes et appareils électriques se mesure en kilowatt-heures.

Il est très difficile de donner une définition simple de la quantité d'énergie électrique que représente cette unité, comme d'ailleurs il est très difficile de donner une définition de l'unité de longueur, de poids ou de volume. Si nous quittons le domaine de la pensée, les unités ne se révèlent à nous que par des impressions physiques. Nous avons une impression visuelle du mètre ; une impression de fatigue et de temps du kilomètre; l'effort nous donne notion du kilogramme.

Le mot kilowatt-heure doit aussi posséder sa notion physique, pour entrer dans l'esprit des foules, et il est indispensable de comparer sa valeur thermique ou mécanique à des valeurs familières.

M. Petit, administrateur-directeur de la Société générale agricole, qui s'est fait une spécialité des applications de l'électricité à l'agriculture, a dressé un intéressant tableau de quelques équivalences du kilowatt-heure qui, sans caractère absolu, fixent un ordre de grandeur. Pour se rapprocher de la pratique qui donne au kilowatt-heure lumière un prix de vente supérieur à celui du kilowatt-heure-force, il a séparé ce tableau en deux parties, bien qu'il n'y ait aucune différence intrinsèque entre les deux kilowatt-heures.

Nous publions ci-après ce tableau :

a) **Ce qu'on peut faire avec un kilowatt-heure-lumière :**

Economiser 4 litres de pétrole ;

Eclairer pendant vingt-cinq heures :

Sa cuisine ;
Sa salle à manger ;
Sa cour de 1.500 mètres carrés.

Eclairer pendant cinquante heures :

Sa chambre à coucher ;
Ses couloirs ;
Sa cave ;
Sa maréchalerie ou son charronnage ;
Son étable à 15 vaches ;
Sa bouverie à 20 bœufs ;
Son écurie à 16 chevaux ;
Sa bergerie à 100 moutons ;
Sa porcherie à 30 cochons ;
Son grenier de 300 mètres carrés ;
Sa remise ou sellerie de 60 mètres carrés ;
Sa beurrerie de 40 mètres carrés ;
Son chai de 100 mètres earrés ;
Coudre à la machine pendant 20 heures ;
Nettoyer ses 15 couteaux pendant un an ;
Tondre 2 chevaux ou 25 moutons ;
Chauffer l'eau pour sa barbe, chaque matin, pendant un mois ;
Allumer son cigare, après chaque repas, pendant 5 ans ;
Repasser pendant 4 heures ;
Chauffer son lit 4 nuits ;
Chauffer sa chambre pendant 1 heure ;
Porter à l'ébullition 9 litres d'eau ;
Faire cuire 15 côtelettes en 15 minutes ;
Tenir chaud sa cafetière ou ses plats pendant cinq repas ;
Se chauffer les pieds 10 heures ;
Se friser chaque matin pendant 20 jours ;
Couver 250 œufs.

b) **Ce qu'on peut faire avec un kilowatt-heure-force :**

Dans ses champs :

Labourer 1 arc à 30 centimètres ;
— 2 ares à 22 centimètres ;
— 3 ares à 15 centimètres ;
Déchaumer 4 ares ;
Eclairer son chantier de labourage pendant deux heures ;
Irriguer 1 hectare, pendant quatorze heures, avec 3m,50 d'élévation ;

Dans sa grange ou sur ses meules :

Battre 140 gerbes de blé de 3.500 kilos ;
Eclairer son chantier de battage pendant cinq heures

Dans sa laiterie-vacherie :

Traire à la machine 20 vaches ;
Ecrémer 1.400 litres de lait ;
Malaxer 200 kilos de beurre ;
Baratter 1.000 litres de crème ;

Dans son chai :

Fouler 10.000 kilos de vendange ;
Soutirer son foudre de 300 hectos ;
Broyer 170 kilos de sarment ;
Remplir et boucher 250 bouteilles ;

Dans son grenier :

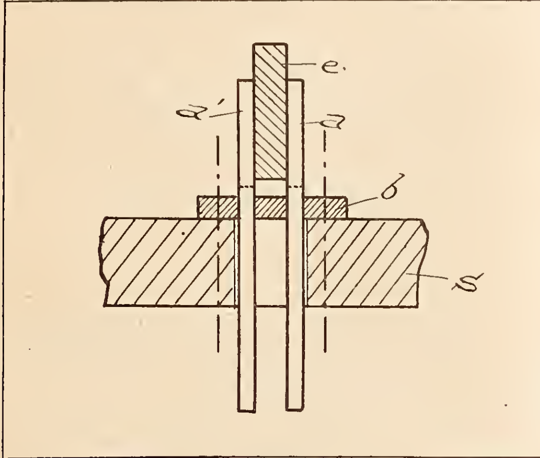
Monter 70 sacs de blé à 10 mètres ;
Trier 100 sacs de blé ;
Nettoyer au tarare 10 sacs de blé ;
Brosser 100 kilos d'avoine ;

Brevets et inventions.

Brevets français publiés en juin-juillet 1919.

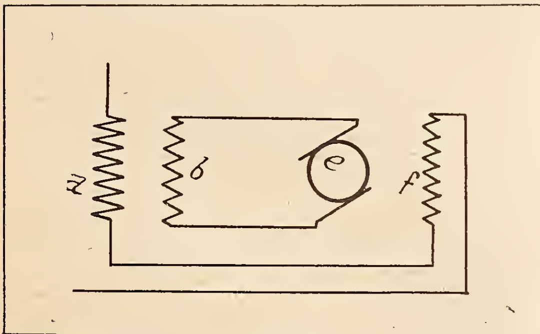
++

491.258. — Perfectionnements aux mâchoires d'interrupteurs électriques. — Dumoutier. — 28 mai 1919.



491.258

Dans ce dispositif les mâchoires de l'interrupteur *a* et *a'* sont constituées par une barre de métal d'une seule pièce sans soudure. D'un côté du marbre *s* les mâchoires reçoivent la lame *e* de l'interrupteur ; de l'autre elles servent de prises de courant pour établir les connexions.



491.467

491.183. — Doublage de fréquence d'un courant alternatif au moyen de bobines de self-induction.— Société française radio-électrique. — 24 mai 1919.

491.184. — Transformateurs pour multiplier la fréquence des courants alternatifs avec circuit magnétique en nickel. — Société française radio-électrique. — 24 mai 1919.

491.186. — Relais. — Société française radio-électrique. — 24 mai 1919.

491.090. — Dispositif pour calculer le prix de l'énergie vendue à des tarifs différents, suivant le moment pendant lequel elle est utilisée. — Martenet. — 20 mai 1919.

491.467. — Procédé et dispositif destiné aux machines à courant continu avec pôles auxiliaires, pour obtenir un champ auxiliaire proportionnel au courant de l'induit. — Société Brown-Boveri. — 4 juin 1919.

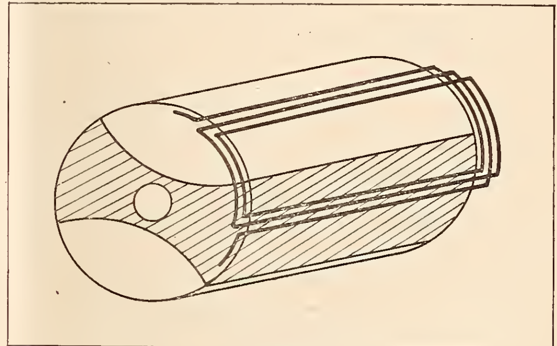
Pour faire croître le champ auxiliare proportionnellement au courant induit, on a l'habitude de ne pas saturer le circuit magnétique dans le fer des pôles auxiliaires. Ce procédé n'est pas toujours possible ; on peut l'obtenir au moyen d'une excitatrice influencée par le courant principal des machines, et dont l'état de saturation exerce une action compensatrice sur l'excitation des pôles auxiliaires.

L'enroulement *b* du pôle auxiliaire est alimenté par l'excitatrice *e* en sens opposé à l'enroulement *a* de ce pôle.

On peut aussi utiliser deux excitatrices auxiliaires compound, dont les induits sont connectés en série.

491,845. — Dispositif pour commander des appareils situés à une station réceptrice à partir d'une station transmettrice, à l'aide de pulsations électriques. — A Unò Saumark. — 19 juin 1919.

491.852. — Perfectionnements aux appareils détecteurs et protecteurs pour câbles électriques. — Beaver-Richards-Claremont. — 20 juin 1919.



491.853.

491.853. — Induit sans commutateur redresseur pour machines à courant continu et moteurs monophasés. — O. Li Gitti. — 20 juin 1919.

L'invention est basée sur les principes d'électrotechnique suivants :

1) Un conducteur parcouru par un courant électrique placé dans un champ magnétique est sollicité à se déplacer dans un sens déterminé. Le travail accompli est égal à I × flux de force coupé par le courant.

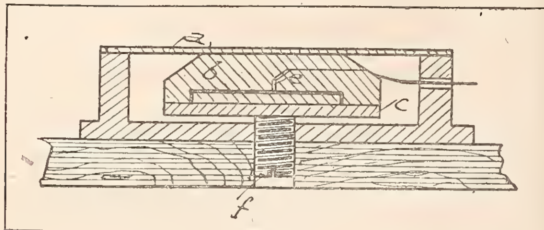
2) Un conducteur qui se déplace dans un champ magnétique est le siège d'une force électromotrice mesurée à chaque instant par le flux coupé dans l'unité de temps.

3) Le flux magnétique d'un champ, créé par un électro-aimant, est proportionnel à la force magnéto-motrice et inversement proportionnel à la réluctance du circuit magnétique. Le noyau présente des régions à grande perméabilité magnétique alternées avec des régions à faible perméabilité et l'enroulement induit est arrangé sur le noyau (lisse, denté, ou à trous) de telle façon qu'un des côtés actifs de chaque spire est placé dans une région à grande perméabilité magnétique et l'autre dans une région à faible perméabilité. A cet effet le noyau est com-

posé de segments magnétiques et non magnétiques.

491.884. — Douille de lampe électrique. — A Dodin. — 20 juin 1919. — Les divers éléments de cette douille sont étudiés de façon à réaliser un montage rapide et durable.

491.879. — Conjoncteur-disjoncteur souterrain. — Brodsky. — 20 juin 1919.



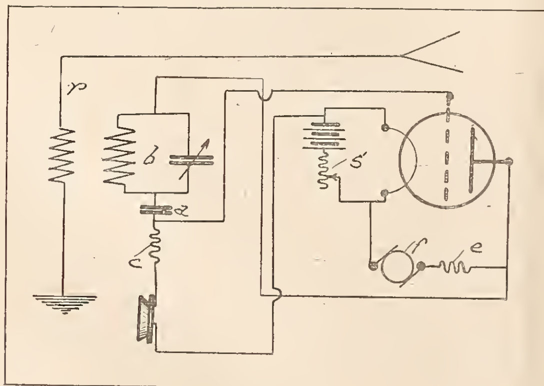
491.879.

Cet appareil est destiné à être placé sous la surface du sol et produit sous l'action de la pression qui lui est transmise, la fermeture du circuit électrique d'une lampe, d'un électro-aimant, ou d'un signal ; il revient automatiquement au 0. Le contact est produit par un liquide (mercure) dont les déplacements sont soumis à la loi des vases communiquants de diamètres inégaux. En principe, l'appareil est une boîte ronde montée sur un support. La plaque *a* supporte une pièce *b* cylindroconique isolante percée d'un passage central vertical *e*. La partie inférieure de la pièce *b* est creusée de façon à former une cavité qu'un disque *c* ferme complètement. Le mercure contenu dans la cavité monte sous l'influence de la pression dans le conduit *e*, et peut établir un contact électrique. La vis *f* sert au réglage des organes.

491.892. — Lampe électrique de poche avec contact à encoche. Frémeaux. — 20 juin 1919.

491.910. — Récepteur pour télégraphie sans fil. — Marconi's Wireless telegraph Company. — 23 juin 1919.

Les tubes à vide employés sont à trois électrodes. Une inductance *a* shuntée par un condensateur variable *b* est connectée d'une part à la grille et d'autre part à la résistance montée aux bornes de la batterie de chauffage. L'inductance *a* est couplée avec le circuit antenne-terre. Le circuit de plaque contient une inductance *c* et un conden



491.910.

sateur *e* couplés avec le système récepteur *f*. La batterie de potentiel est intercalée dans le circuit plaque-filament. Les deux circuits oscillants *a b* et *ec* doivent avoir la plus grande inductance et la plus petite capacité possible. Un enroulement *g* compris dans le circuit oscillant *a b* est monté de telle sorte qu'aucun signal, quelle que soit sa force, ne puisse passer, à moins que la soupape soit allumée. D'autres montages peuvent être utilisés, mais ne diffèrent pas en principe de celui-ci.

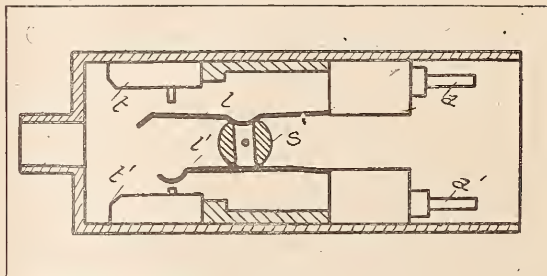
491.923. — Isolateur de suspension d'arrêt. — Motor Aktien Gesellschaft. — 23 juin 1919.

491.929. — Perfectionnements dans les électrodes métalliques utilisées pour le dépôt de métal et de soudage par arc électrique. — Josses et Alloy Wilding processe. — 23 juin 1919.

491 930. — Bougie d'allumage électrique. — J. Taylor — 23 juin 1919.

Cette bougie est essentiellement caractérisée par la combinaison avec un corps métallique creux constituant le pôle à la masse, d'une terminale globulaire assujettie à l'extrémité de ce corps, d'un noyau isolant et d'une autre terminale globulaire montée dans le noyau à une distance déterminée de la première terminale.

491.966. — Douille à clé pour lampe électrique. — Joly et Vernar. — 24 juin 1919.



491.966.

L'invention concerne une douille à clé pour lampe électrique dans laquelle le contact entre les attaches des fils et les pistons *a* et *a* est produit ou rompu brusquement par la flexion de deux lames métalliques *l* et *l* se déplaçant sous l'action de bossages ou de plats de la clé *s*.

491.967. — Douille à poussette pour lampe électrique. — Joly et Vernar. — 24 juin 1919.

Même disposition que précédemment, mais les lames *l* et *l'* sont commandées par le déplacement d'une poussette en *s* présentant une partie large et une partie rétrécie.

491.989. — Commutateur à interruption automatique au bout d'un certain temps.—A /S. Mekano.— 24 juin 1919.

492.017. — Dispositif commutateur automatique pour téléphones. — Lee de Forest. — 26 juin 1919.

492.029. — Coupe-circuit électrique. — Jules Fleury. — 26 juin 1919.

492.030. — Perfectionnements apportés aux appareils pour électrolyse. — C. Zorki. — 26 juin 1919.

492.040. — Perfectionnements aux rhéostats de réglage. — E. Tornblan. — 26 juin 1919.

492.047. — Procédé pour améliorer le fonctionnement des lignes télégraphiques sous-marines et autres. — Dixon. — 26 juin 1919.

492.049. — Méthode et appareil pour produire des ondes dissymétriques — Société A. Westinghouse. — 26 juin 1919.

492.090. — Procédé pour augmenter la durée des électrodes des fours à arc électrique. — M. H. Nvaelstafaktielskab. — 27 juin 1919.

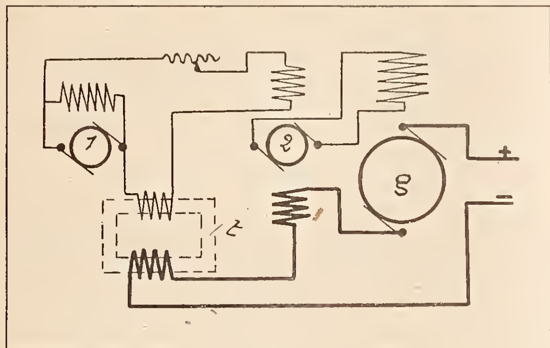
492.111. — Lampe à mercure. — George.— 28 juin 1919.

492.129. — Perfectionnements apportés aux compteurs d'électricité. — Calorini. — 28 juin 1919.

Perfectionnements caractérisés par des dispositifs aptes

à imprimer la quantité d'énergie consommée sur des coupons de papier.

492.060. — Système de réglage de génératrices et réceptrices pour circuits à courant continu d'intensité constante et de voltage variable. — Thury. — 27 juin 1919.

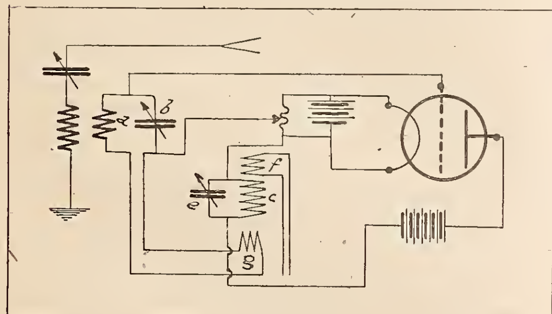


492.060.

Le but du système est de réaliser l'automaticité du régalage dans les applications du système de transmission de force au moyen de courant continu d'intensité constante. L'excitation des génératrices a lieu en cascade au moyen d'excitatrices dont l'une fournit un courant constant ajustable à la main ou automatiquement, tandis que l'autre 2 fournit un courant automatiquement variable servant à l'excitation de la génératrice *g* selon les fluctuations de l'énergie absorbée par le circuit. L'excitation de la deuxième excitatrice 2 est réalisée par différence entre deux enroulements inverses, dont l'un est traversé par le courant d'utilisation et l'autre donne passage au courant reçu de la première excitatrice. La compensation des pertes étant effectuée par un troisième enroulement dérivé aux bornes de la génératrice principale, et la stabilisation étant réalisée par le transformateur *t* intercalé dans le circuit d'utilisation et l'excitation de la deuxième excitatrice.

492.193. — Système de transmetteur radio-téléphonique. — Lee de Forest. — 1er juillet 1919.

L'audion employé est à 3 électrodes doublées.



492.193.

Le système antenne terre *r* est connecté inductivement au circuit oscillant *b* monté dans le circuit de plaque. La génératrice *f* fournit le potentiel de plaque, elle est montée dans le circuit plaque avec une résistance *e*. On intercale en outre un condensateur d'arrêt *a* entre grille et plaque. Sur le fil de retour à la batterie de chauffage sont montés le microphone et une résistance *c* de 25 à 100 ohms.

On peut aussi monter le microphone dans un circuit spécial relié inductivement au fil de retour.

492.152. — Perfectionnements aux détecteurs à cristal pour télégraphie sans fil. — Svenska Aksiebolaget. — 1er juillet 1919.

Détecteur dont le contact effectif est en connexion adhérente avec le cristal par un petit fil soudé sur un point sensible, ou par un revêtement métallique appliqué sur un point sensibilisé et relié au fil.

492.186. — Dispositif téléphonique pour liaison continue entre le poste et l'observateur. — Bret. — 1er juillet 1919.

492.190. — Perfectionnements dans les électrolyseurs à électrodes bipolaires. — Hepburn. — 1er juillet 1919.

492.201. — Perfectionnements aux tranformateurs électriques. — P. E. Berry. — 2 juillet 1919.

492.206. — Coupe-circuit de sûreté. — Dizcrens. — 2 juillet 1919.

492.205. — Perfectionnements aux méthodes de traitement des filaments de lampes à incandescence. — Westinghouse. Lamp Company. — 2 juillet 1919.

492.214. — Système d'utilisation du freinage dans les installations avec moteurs série-monophasés. — At. Oerlikon. — 2 juillet 1919.

492.215. — Equipages moteurs pour compteurs à courant alternatif. — Montres Zénith. — 2 juillet 1919.

492.268. — Limiteur de courant électrique. — Montres Zénith. — Favre, Jacot et Cie. — 3 juillet 1919.

Ce limiteur est destiné à couper le courant, lorsque ce dernier dépasse une valeur déterminée. Dans les cas généraux, il produit une série d'interruptions et de rétablissements qui rendent l'installation inutilisable tant qu'on dépasse la limite fixée. La bobine *e* est parcourue par le courant général et renferme une lame en fer doux fixe *g*. Un levier *a* traverse la bobine et porte aussi une lame g_1 montée parallèlement à la première. La vis *r* montée à une extrémité du levier *a* peut faire osciller le contact du levier *c*, au repos le contact du levier *c* appuie sur le plot fixe *b*, dès qu'un courant traverse la bobine *c*, les

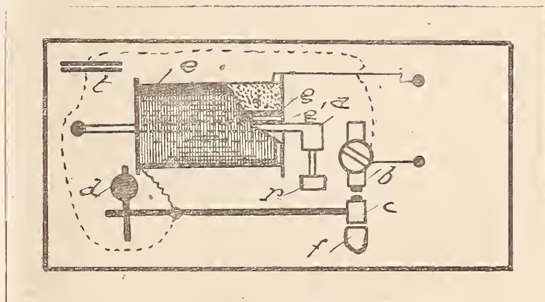


Fig. 492.268.

lames en fer doux *g* et g^1 sont aimantées dans le même sens et se repoussent. La vis *r* vient toucher le levier *c* sans que la force soit suffisante pour rompre le contact. Si le courant est plus fort, la force sera alors suffisante et le contact sera rompu en *cb*. Si le courant dépasse une valeur plus forte encore, le choc produit sur le levier *c* est tel que son extrémité s'engage dans un ressort d'arrêt *f*. Un condensateur *t* est généralement monté en parallèle pour éviter la permanence de l'arc.

492.272. — Perfectionnements aux systèmes téléphoniques automatiques. — Compagnie Thomson-Houston. — 3 juillet 1919.

F. MAURER.

TRIBUNE DES ABONNÉS

Sous cette rubrique, nous publierons les idées de nos lecteurs, et spécialement les demandes de renseignements techniques ou pratiques adressées par nos abonnés.

Nous demandons à ceux qui seraient en mesure de le faire de vouloir bien répondre à certaines des questions posées. Nous les remercions de leur documentation mutuelle, mais sans nous porter garants des recommandations commerciales qui pourraient s'y trouver énoncées.

Dans notre prochain numéro, nous reviendrons d'ailleurs sur cette importante question.

N° 5. — Les électriciens ou savants français ont-ils noté des observations sur la *perturbation électromagnétique* qui s'est manifestée le 11 août 1919. A-t-il été publié des articles ou des renseignements à ce sujet ? Chez quel éditeur ou à quelle Revue pourrait-on se les procurer.

M. Vasquez Barreda Lugo. Espagne.

N° 6. — Ayant été médecin radiographe aux armées, j'ai acheté au service de Santé une installation dite *Contact tournant* qui fonctionnait parfaitement dans un hôpital complémentaire de la rive gauche de Paris, sur courant alternatif *monophasé* à 110 volts et 42 périodes.

Démobilisé, je veux mettre cette installation dans mon établissement médical, en province, où je reçois, d'un secteur local, du courant triphasé à 50 périodes.

De plus, comme je me trouve en fin de ligne, il arrive le plus souvent que le courant ne donne guère que 80 à 90 volts (entre phase et fil neutre).

Pour obtenir rigoureusement du courant à 110 volts, 42 périodes, un groupe moteur triphasé et alternateur coûterait environ 7.000 fr. Ne puis-je faire fonctionner ce contact tournant sans éviter cette dépense ? Quels artifices employer ?

Dr Rey, à Cransac.

N° 7. — Le cahier des charges des P. T. T. stipule que la livraison des commandes de poteaux en bois doit être faite avec des poteaux ayant été complètement *blanchis*, c'est-à-dire débarrassés de la deuxième écorce, très peu épaisse, celle-là, qui subsiste après le gros écorçage primitif.

Ce genre de travail, assez fatigant, doit être exécuté à la main par des ouvriers assez expérimentés ; avec la main-d'œuvre actuelle, son prix de revient en est forcément élevé.

Pourrait-on me faire connaître s'il existe soit en France, soit à l'étranger, une machine capable d'effectuer ce travail automatiquement. Je me suis déjà adressé à plusieurs constructeurs de machines à bois qui m'ont tous répondu par la négative.

Leclerc, 3, rue Duguet, à Creil.

N° 8. — J'ai à installer un atelier de mécanique composé de 10 machines-outils nécessitant environ 3 chevaux chacune et une meule de 1 cheval ; on me propose soit des machines à commande individuelle soit une commande générale. Je vous serais très reconnaissant de demander dans la Tribune ce que je dois faire. Quelle doit être approximativement la différence de dépenses de 1er établissement? Quelle est la solution la plus économique au point de vue de la dépense annuelle d'énergie? L'énergie me serait fournie par un voisin au prix de 0 fr. 10 le cheval-heure.

R. C. 60.

N° 9. — Peut-on vérifier en pleine marche l'isolement moyen d'une installation à courant continu 110 volts ? Si oui quels sont les appareils qui sont nécessaires et comment doit-on s'y prendre. H. 61.

N° 10. — Quels étaient avant la guerre les prix moyens des moteurs à vitesse constante de 1 à 5 chevaux employés pour la commande des machines-outils? Combien faut-il compter dépenser actuellement ?

R. 62.

N° 11. Monsieur le Rédacteur,

Puisque vous écrivez dans votre numéro du 15 juillet que l'*Electricien* aura une *Tribune* qui permettra à tous vos abonnés d'échanger leurs idées, je demande la parole.

Votre journal s'adresse (qu'il dit) aux *ouvriers d'élite.* Je ne suis pas encore un ouvrier d'élite, je voudrais bien le devenir, mais cela est bien difficile en France, dans l'état actuel de **l'enseignement public** et de la **librairie.**

Comment voulez-vous qu'un enfant du peuple apprenne l'électricité à l'école primaire (cours complémentaires compris et même écoles primaires supérieures) où il n'y a ni maîtres capables ni livres spéciaux, ni appareils modernes ?

Combien y a-t-il dans toute la France de cours spéciaux pratiques ou d'écoles techniques de l'électricité ?

A Paris même les grandes sociétés d'enseignement populaire ou post-scolaire (associations philotechnique, philomatique, ligue d'enseignement, etc.), ne font aucun cours pratique d'électricité. Par contre, il y a quantité de cours de mandoline, d'espéranto, etc., etc.

Les bibliothèques publiques n'ont aucun ouvrage moderne sur l'électricité, sauf les *Merveilles de la Science* ou les *Comptes-Rendus de l'Exposition de 1889,* c'est-à-dire des livres plus vieux que moi !

Comment ai-je fait ma petite éducation professionnelle ? J'ai demandé des conseils à un *amateur* ; j'ai étudié les ouvrages de *Lesbois*, de *Roberjot*, de *Soulier*, de *Claude*... qui m'ont un peu débrouillé, mais quand j'ai voulu me documenter aux ouvrages spéciaux, je n'ai trouvé que quelques livres très chers (20, 30 francs ou davantage !) inaccessibles à la plupart des ouvriers.

Certes, je comprends bien que ces traités ont demandé un gros travail de rédaction, de dessin ou de clichage, et qu'ils doivent avoir un prix de revient élevé, étant tirés à un petit nombre d'exemplaires.

Mais pourquoi sont-ils tirés à un si petit nombre d'exemplaires ? Y a-t-il un **malthusiasnisme** voulu dans l'édition des ouvrages techniques, tandis qu'il y a une débauche de romans à 19 sous (et même à 13 sous) comportant souvent plus de 400 pages d'impression ?

Si cela provient des auteurs, le gouvernement, une société ou une personnalité ne pourraient-ils pas acheter la propriété littéraire d'un ouvrage modèle et en autoriser la reproduction ? Ou bien les mêmes ne pourraient-ils pas garantir à un éditeur la vente d'un gros tirage à un prix populaire ?

Que fera l'**Electricien** pour rapprocher les distances entre les *théoriciens* et *les poseurs de sonnettes ?* et relever l'instruction théorique des ouvriers ?

Roger Le Touze,

Le Gérant : L. De Soye.

35e Année. — No 1236. 15 Septembre 1919.

L'ÉLECTRICIEN

Revue Internationale de l'Électricité & de ses applications

PARAISSANT LE 15 ET LE DERNIER JOUR DE CHAQUE MOIS

Rédacteur en Chef : Maurice SOUBRIER

ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE

PROFESSEUR SUPPLÉANT D'ÉLECTRICITÉ INDUSTRIELLE AU CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIERS

SOMMAIRE

Mission française en Amérique : **Mauduit.** — Organisation financière des réseaux : **P. Moutier.** — Un nouveau redresseur de courant : **F. Gibon.** — Mesure et calcul d'une résistance : **Verney.** — Rhéostats d'expérience pour grande intensité : **S. T.** — Commande électrique d'une fabrique de papier. — Lampes à incandescence pour projections. — Pour l'industrie des régions libérées. — Les forces hydrauliques. — L'unification du matériel électrique. — Brevets d'invention. — Législation. — Tribune des abonnés. — Echos. — Informations. — Adjudications. — Cours des valeurs mobilières. — Offres et demandes d'emplois et de matériel.

La mission française en Amérique.

Compte-rendu sommaire adressé au ministre des travaux publics par la mission envoyée en Amérique pour l'étude de l'électrification des grands réseaux de chemins de fer.

Le ministre des travaux publics a institué, par arrêté du 14 novembre 1918, au sein du Conseil supérieur des travaux publics, un comité d'études chargé d'examiner les projets présentés par les réseaux de Paris-Lyon-Méditerranée, d'Orléans et du Midi, pour l'électrification de 10.000 kilomètres environ de lignes de leurs réseaux.

Ce comité, composé des techniciens les plus qualifiés de l'administration et des réseaux de chemins de fer, a cru devoir proposer au ministre d'envoyer aux Etats-Unis une mission d'ingénieurs spécialistes, chargée de recueillir toutes les informations relatives aux progrès récents de la traction électrique.

1° — Organisation et composition de la mission.

Cette mission comprenait 13 membres, savoir :

Commandant d'Adglards et professeur A. Mauduit, de la Faculté des sciences de Nancy, attaché à la Direction des chemins de fer, délégués du ministère des travaux publics et des transports;

MM. Pomey, ingénieur en chef des postes et des télégraphes, et Lecorbeiller, ingénieurs délégués de l'administration des postes et des télégraphes;

MM. Debray, inspecteur principal, et Barillot, inspecteur, délégués des chemins de fer de l'Etat ;

MM. Sabouret, ingénieur en chef, adjoint à la Direction;

Balling, ingénieur principal au service de la voie, et Parodi, ingénieur en chef du service électrique, délégués de la Compagnie des chemins de fer d'Orléans;

Japiot, ingénieur en chef du matériel, et Ferrand, ingénieur au service central du matériel, délégués de la Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée;

Bachellery, ingénieur en chef, adjoint à la Direction, et Leboucher, ingénieur principal à la traction, délégués de la Compagnie des chemins de fer du Midi.

La plupart des membres de la mission sont partis de Paris le 15 avril pour l'Amérique et sont rentrés à Paris le 22 juillet 1919.

2. — Itinéraire et travaux de la mission.

Arrivés à New-York, le 25 avril, nous avons pris contact avec les représentants des diverses usines de construction et compagnies de chemins de fer et visité les chemins de fer électrifiés suivants :

New-York central, courant continu à 600 volts, 3e rail :

New-York New-Haven and Hartford, monophasé à 11.000 volts, 25 périodes ;

Pensylvania railroad et Long Island R. R. continu 600 volts, 3e rail ;

Chemins de fer de banlieue, assurant cependant un trafic appréciable de marchandises.

Nous avons également visité un certain nombre de centrales électriques puissantes à vapeur, de la Interborough Transit Co et de la Edison Power Co à New-York, ainsi que les centrales du Niagara (hydrauliques) et de Buffalo (à vapeur).

Du 8 au 10 mai, visite des ateliers de la General Electric Company (G. E. Co) à Schenectady (N. Y.) et discussion avec les principaux ingénieurs de cette société, sur les questions concernant l'électrification des chemins de fer, en général, et notamment l'électrification en courant continu à haute tension (3.000 volts) du Chicago Milwankee Saint-Paul (710 kilomètres en fonctionnement), exécutée par cette société.

Du 11 au 25 mai, visite des installations suivantes :

Electrification du Norfolk and Western railway, en courant monotriphasé, à 11.000 volts-25 périodes de Bluefield à Vivian (Virginie).

Electrification du Pensylvania railroad, en monophasé 11.000 volts, 25 périodes, de Philadelphie à Paoli.

Chemin de fer électrique Baltimore-Washington-Annapolis, en courant continu, 1.200 volts (interubain).

Ateliers de construction de locomotives Baldwin à Philadelphie.

Ateliers de réparation et de construction du Pensylvania railroad à Altona.

Du 25 au 28 mai, visite des ateliers de la société de construction Westinghouse électric and manufacturing company, à Pittsburg, et discussion avec les ingénieurs sur l'électrification en général et notamment sur les systèmes monophasés et monotriphasés installés par cette société, et sur les nouvelles locomotives à courant continu 3.000 volts, destinées à l'extension de la portion électrifiée du Chicago Milwaukee Saint-Paul.

Du 29 mai au 4 juin, visites diverses :

Ateliers de construction de locomotives électriques de la Général Electric Co, à Erié.

Sous-stations automatiques de tramways à 600 volts continus, modèle Westinghouse et modèle Général Electric Co.

Chemin de fer électrique de Chicago Lake Shore and South Bend, monophasé à 6.600 volts, 25 périodes.

Du 5 au 14 juin, étude approfondie de Chicago Milwaukee Saint-Paul Railway, section en exploitation de Harlowton à Avery, 710 kilomètres (Montagnes Rocheuses), section en cours d'installation de Othello à Tacoma et Seattle, 360 kilomètres (Montagnes des Cascades), le tout en courant continu à 3.000 volts ; ateliers de réparation et dépôt à Deer-Lodge (Montana).

Visite de trois centrales hydrauliques de la Montana Power company, qui fournit le courant, sous forme triphasée à 100.000 volts et 60 périodes, au chemin de fer électrique ci-dessus : usine de Rainbow, 35.000 kw, usine de Great-Falls, 48.000 kw. usine de Holter, 48.000 kw., toutes les trois sur le Missouri.

La mission s'est disloquée à Seattle, le 15 juin, et quelques-uns des membres ont continué leur travail en visitant encore quelques chemins de fer électriques et un certain nombre d'installations de distribution d'énergie à tres haut voltage, en vue de recueillir les renseignements nécessaires aux futures organisations en France.

Ont été ainsi successivement étudiées, les installations ci-dessous :

Central California traction company, ligne de Stockton à Sacramento (72 kilomètres) en Californie, équipée avec 3e rail renversé sous 1.200 volts continus, unique exemple américain de l'application du 3e rail à une tension aussi élevée.

Réseau du Pacific électric railway, tramways suburbains et interurbains aux environs de Los-Angeles à 600 volts et 1.200 volts continus.

Puget sound light and power company centrale hydraulique de la White river, près de Seattle (Washington), 48.000 kw., 55.000 volts, chute 130 mètres.

Utah power and light company : sous-station principale d'arrivée à Salt Lake City (Utah), sous-station extérieure à 120.000 volts, 25.000 kilowatts avec régulation par moteurs synchrones surexcités (à l'intérieur d'un petit bâtiment spécial).

Great Western power Co, de San-Francisco (Californie) : usine hydraulique à Las-Plumas (Californie), sur la Teather river, chute 138 mètres, 65.000 kw., 115.000 volts ; ligne double, sur pylônes, uniques, de 246 kilomètres ; sous-station d'arrivée à Oakland.

Pacific gas and electric company, à San-Francisco, usine à vapeur avec chaudières chauffées à l'huile, 57.000 kw.

Southern California Edison company de Los-Angeles : deux usines hydrauliques voisines, à Big-Creek, dans la Sierra-Nevda, de chacune 28.008 kw, 600 mètres de chute, voltage : 150.000 à 160.000 volts, deux lignes en aluminium et acier, sur pylônes séparés de 400 mètres de longueur ; sous-station d'arrivée à Eagle-Rock, près de Los-Angeles, à 150.000 volts, avec régulation par moteurs synchrones.

A. Mauduit,

Professeur à la Faculté des Sciences de Nancy.

Quelques Renseignements financiers

sur l'organisation des réseaux.

On dit souvent : « L'argent est le nerf de la guerre. » On pourrait dire aussi que l'affluence des capitaux permettrait la réussite de toutes les grandes entreprises industrielles.

La grosse difficulté que l'on rencontre en pratique dans l'extension des réseaux est ordinairement d'ordre financier.

Voyons d'après les statistiques comment se répartissent les dépenses d'installation dans les usines centrales (1) :

Les dépenses de prémier établissement des installations de distribution d'énergie électrique sont variables, non seulement suivant la puissance de l'installation, mais encore suivant l'emplacement et suivant les dispositions adoptées.

La dépense totale (usine, canalisations, etc.) varie de 2.500 à 3.000 francs par kilowatt installé en moyenne pour les petites installations; elle descend jusqu'à 1.000 francs pour des installations importantes.

Dans ces chiffres l'usine centrale entre pour les sommes suivantes :

500 kilowatts......	750 francs par	kilowatt installé.
3.000 —	500	—
30.000 —	250	—

Le matériel principal intervient pour les sommes suivantes :

1 turbo-alternateur avec condensation par surface et massif de fondation.

1 chaudière, avec surchauffeur économiseur et foyer mécanique :

Puissance de	500	kilowatts.........	80.000 francs.
—	750	—	90.000 —
—	1.500	—	120.000 —
—	3.000	—	200.000 —
—	6.000	—	320.000 —
—	12.000	—	600.000 —
Puissance de	2.000	kg. de vap. à l'heure.	25.000 —
—	3.500	— —	35.000 —
—	6.000	— —	55.000 —
—	12.000	— —	85.000 —

A titre d'exemple, voici comment se répartissent les dépenses d'installation dans une usine à vapeur d'une puissance totale de 15.000 kilowatts formée de 3 unités de 5.000 kilowatts.

	Par kilowatt.	
Terrains, fondations, bâtiments........	90 fr.	30 p. 100
Chaudières, surchauffeurs, économies.	45 —	15 —
Ouvrages d'arrivée et retour d'eau...	16 —	5,6 —
Foyers mécaniques.................	15 —	5 —
Cheminées.........................	6 —	2 —
Tuyauteries.......................	15 —	5 —
Turbos, alternateurs, condenseurs....	65 —	21,5 —
Tableaux et cadres dans l'usine......	20 —	6 7 —
Convoyeurs........................	5 —	
Appareils de manutention..........	10 —	
— auxiliaires...............	13 —	
Total.....	300 fr.	

(1) Prix d'avant-guerre.

L'ensemble d'un réseau de distribution (1) dans une ville, branchements des abonnés compris, coûte de 500 à 900 francs par kilowatt suivant l'importance et suivant que les canalisations sont aériennes ou souterraines.

Avec le cours des matériaux d'avant la guerre les lignes à haute tension revenaient aux prix suivants :

Jusqu'à 10.000 volts avec poteaux en bois.

3 fils	de 4	millimètres de diamètre....	2.500 fr. le km.
3 —	6,5	— —	3.700 —
6 —	4	— —	3.600 —
6 —	6,5	— —	6.000 —

Lignes sur pylônes métalliques jusqu'à 10.000 volts.

3 fils	de 4	millimètres de diamètre....	5.000 fr. le km.
3 —	6,5	— —	6.200 —
3 —	8	— —	7.300 —
6 —	4	— —	7.300 —
6 —	6,5	— —	9.700 —
6 —	8	— —	12.000 —

Lignes sur pylônes métalliques à 30.000 volts.

6 fils	de 6,5	millimètres de diamètre....	10.000 fr. le km.
6 —	8	— —	12.800 —

Lignes sur pylônes métalliques à 60.000 volts.

3 fils	de 8	millimètres de diamètre....	9.000 fr. le km.
6 —	8	— —	14.000 —

Le prix des postes principaux varie entre 20 et 45 francs par kilowatt suivant la puissance, la tension et le nombre de lignes qui y aboutissent.

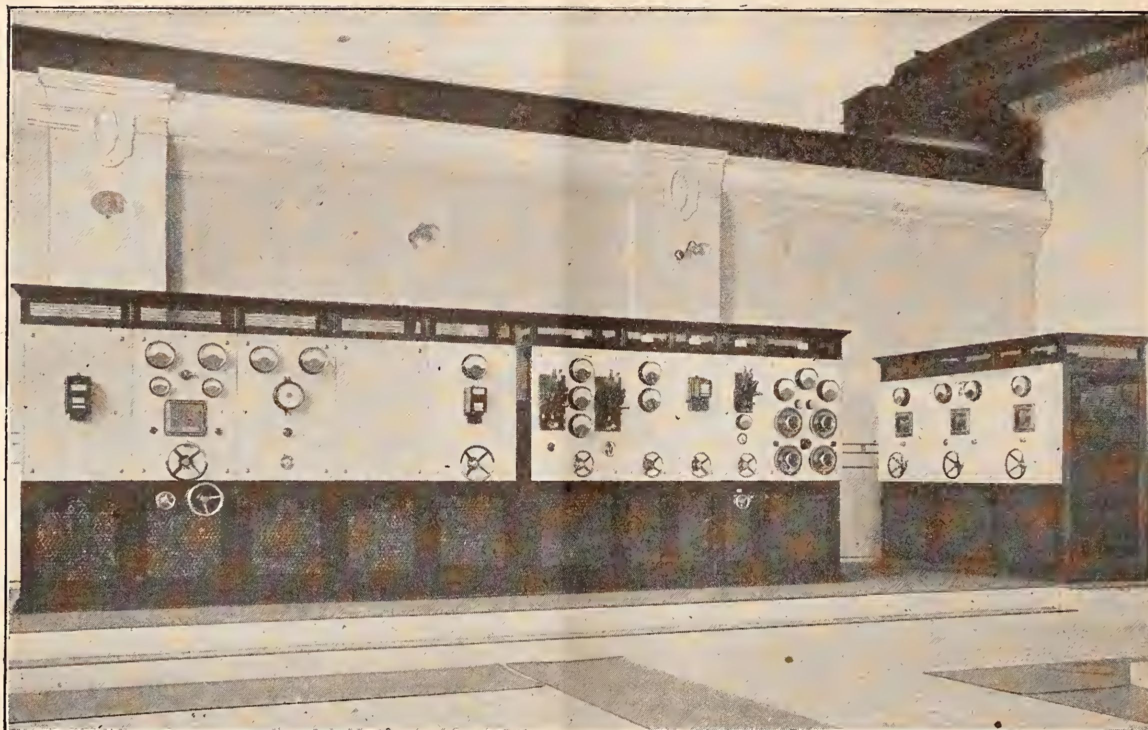
***

Les dépenses totales par kilowatt produit dans une usine se composent de deux facteurs principaux :

L'un indépendant de la production (charges de capital, frais d'administration et de direction).

L'autre à peu près proportionnel à la production (combustibles, graissage, personnel, entretien).

(1) Drouin. Centrales électriques. Cours professé à l'École supérieure d'Électricité.



Dans une usine moderne : un tableau de distribution à panneaux.
L'installation luxueuse ressemble plus à une salle de réception qu'à un atelier.

Voici, à titre d'exemple, comment se répartissent les dépenses dans une installation de 61.000 kilowatts triphasés.

Les dépenses par kilowatt produit sont :

Production	combustible	2c,67
	autres dépenses	0c,73
		3c,40
Distribution (salaires, réparations)		0c,60
Direction		0c,40
Charges de capital (intérêts, amortissement, etc...		5c,60
Impôts et redevances		0c,10

Le prix de revient du kilowatt est de 10 cent. 10. Il faut remarquer que dans le prix de revient du kilowatt ce sont les charges du capital qui sont les plus lourdes. Dans l'exemple précédent les charges de capital entrent pour 55 % dans le prix de revient du kilowatt tandis que le combustible n'entre que pour 26 %. Le rendement de la distribution est de 0,76 et le coefficient d'utilisation de 0,25.

Si nous prenons de même trois grandes usines anglaises, nous avons pour Manchester 25.000 kilowatts.

Prix de revient du kilowatt-heure 0 fr. 198 dans lequel les charges de capital entrent pour 0 fr. 101 et le combustible pour 0 fr. 026.

La charge du capital entre donc pour 51 %.

Prenons encore l'usine municipale de Liverpool, 27 000 kilowatts-heure.

Le prix de revient du kilowatt-heure est de 0 fr. 153. Les charges de capital entrent pour 7 cent. 8 c'est-à-dire 52 % et le combustible pour 2 cent. 7, c'est-à-dire 18 %.

Dans les exemples considérés on voit que la charge de capital joue un rôle prépondérant tout au moins avec les prix du charbon d'avant la guerre.

Mais l'importance de la charge de capital qui affecte chaque kilowatt-heure dépend surtout d'un autre élément qui est le coefficient d'utilisation de l'usine.

Comme on le sait le coefficient d'utilisation d'une centrale est le rapport de la puissance moyenne demandée à la centrale à la puissance maximum demandée au moment de la pointe. On exprime aussi cette utilisation en heures par an.

Les coefficients d'utilisation sont en moyenne les suivants (rapportés au maximum instantané).

Eclairage des habitations	0,06
— magasins, ateliers	0,10
— cafés, hôtels	0,20
— public	0,30
Force motrice	0,10 à 0,60
Traction	0,40 à 0,60

Le coefficient d'utilisation de la centrale est plus élevé que celui des appareils qu'elle alimente, car ces derniers ne sont pas utilisés aux mêmes moments.

L'utilisation annuelle de la puissance maxima d'une centrale varie de :

0,12 à 0,16 pour les usines alimentant surtout de l'éclairage.

0,40 à 0,50 pour les usines des régions industrielles où l'énergie électrique est employée à tous les usages.

Exceptionnellement on cite des usines où le coefficient d'utilisation atteint 0,8.

On comprend que la charge de capital qui vient grever chaque kilowatt-heure sera d'autant moindre que le nombre de kilowatts-heure vendus sera plus grand. C'est ainsi qu'une usine qui alimente uniquement de l'éclairage devra répartir ses charges de capital sur un petit nombre de kilowatts-heure. Par exemple, supposons que le maximum instantané demandé à une usine soit de 10.000 kilowatts. La puissance de ses machines sera au moins de 10 000 kilowatts. Si d'autre part, l'utilisation est 0,06, tout se passera comme si l'usine travaillait 3.760 × 0,06 = 526 heures par an (1).

Admettons, d'autre part, que l'installation complète : usine et réseau de distribution ait coûté 1.500 francs par kilowatt. Le capital engagé sera 15 millions. En prenant 10 % pour le taux de l'intérêt et de l'amortissement, la charge de capital sera de 1.500.000, L'utilisation étant de 526 heures, le nombre de kilowatts-heure vendus dans l'année est de :

$$526 \times 10.000 = 5.260.000 \text{ kwh.}$$

Chaque kilowatt-heure est grevé d'une charge de capital de :

$$\frac{150.000.000}{5.250.000} = 29 \text{ centimes,}$$

alors que la charge de combustible sera d'environ 2 cent. 9, c'est-à-dire 10 fois moindre.

Si la même usine avait au contraire un très fort coefficient d'utilisation, 0,6 par exemple, la charge de capital serait 10 fois moindre, 2 cent. 9, du même ordre de grandeur que la dépense de combustible.

Ceci montre que pour les faibles utilisations le facteur prédominant du prix de l'énergie est la charge de capital, alors que pour les grandes utilisations, les frais de production constituent au contraire l'élément principal.

Tout ce qui précède montre combien il est important pour une centrale thermique d'avoir un coefficient d'utilisation élevé, pour permettre de réduire le prix de revient du kilowatt-heure. Les coefficients d'utilisation faibles ont encore d'autres inconvénients qui augmentent le prix de revient du kilowatt-heure : ainsi pendant la plus grande partie de la journée, une usine d'éclairage travaille à faible charge, et au moment de la pointe, on est obligé de mettre en pression plusieurs chaudières pour les laisser éteindre ou travailler à faible charge après trois ou quatre heures de pleine charge.

On conçoit qu'on recueille ainsi les causes d'un très mauvais rendement, et par suite d'une dépense de charbon exagérée.

(1) 365 × 24 h. = 8760 heures.

Le Rendement.

Les consommations pratiques des machines s'éloignent notablement de celles qui résultent des calculs et des consommations d'essais, car il faut tenir compte des pertes inévitables qui se produisent dans le service journalier :

Réchauffage des machines ;

Mise en pression des chaudières ;

Marches à vide pour changement d'unités.

La consommation spécifique des machines thermiques n'est pas la même; quelle que soit leur puissance elle va en diminuant lorsque la puissance augmente, du moins jusqu'à une certaine limite, 10 000 kilowatts environ ainsi que l'indique la courbe annexée.

D'autre part, pour que les turbines à vapeur aient un bon rendement, il est indispensable qu'elles fonctionnent à pleine charge.

La consommation d'un turbo-alternateur de 6.000 kilowatts qui est de 6 kilogrammes de vapeur à pleine charge (auxiliaire compris) passe à 7 kilogrammes à demi-charge pour devenir 11 kilogrammes à la charge de 1000 kilowatts.

Il y a intérêt au point de vue de la consommation à choisir des unités aussi puissantes que possible dt à les faire fonctionner au voisinage de leur charge normale.

Les mêmes considérations s'appliquent évidemment aux chaudières et l'on trouve aux Etats-Unis des chaudières qui vaporisent jusqu'à 75 mètres cubes d'eau à l'heure.

Les consommations de charbon par kilowatt-heure sont très variables pour les raisons que nous indiquons plus haut. Le coefficient d'utilisation de la centrale jouant un rôle prépondérant. Exemple : Vienne, 20.000 kilowatts, coefficient d'utilisation, 0,10, dépense par kilowatt, 1 kg., 2 de charbon ; Munich, 11.000 kilowatts, coefficient d'utilisation, 0,108, dépense par kilowatt-heure, 1 kg., 8.

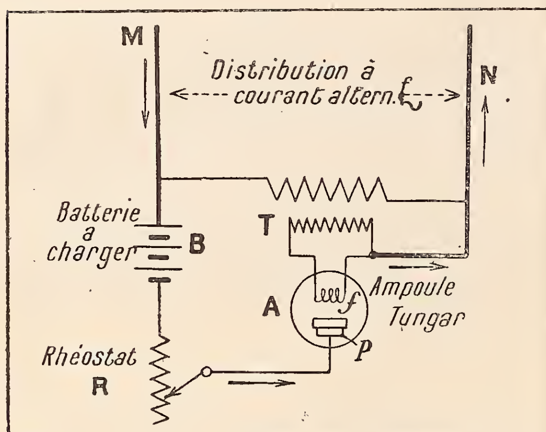
Pierre Moutier,
Ingénieur-électricien.

*

Un nouveau redresseur de courant alternatif.

LA LAMPE TUNGAR

Le premier, Edmond Becquerel remarqua que les gaz livrent passage « aux courants électriques lorsqu'ils environnent des électrodes métalliques parfaitement isolées et que leur température est suffisamment élevée. Les gaz acquièrent cette faculté à la température du rouge naissant et, à partir de cette limite, ils transmettent d'autant mieux



l'électricité que leur température s'élève davantage. Ils livrent alors passage même aux plus faibles courants électriques que l'on puisse produire à l'aide d'un couple de petite dimension ».

De ce phénomène se rapproche celui qu'observait Edison en 1884 dans les lampes électriques à incandescence : en plaçant dans l'ampoule une lame de platine isolée entre les 2 branches d'un filament de charbon porté à l'incandescence, il constatait qu'un courant s'établissait, à travers le vide de la lampe, de l'extrémité positive du filament à la lame de platine.

Chacun sait les propriétés des appareils fondés sur l'*effet Edison* : ce sont les audions de Forest, merveilleux récepteurs de T. S. F. ; ce sont les amplificateurs à 3 électrodes d'une sensibilité sans égale ; ce sont les relais sans inertie qu'emploie maintenant la téléphonie à grande distance, ce sont les lampes génératrices d'ondes entretenues, ce sont encore les tubes Coolidge pour la production des rayons X.

Le phénomène remarqué par Becquerel a donné lieu à une application de plus modeste envergure, mais d'un réel intérêt pratique : il s'agit d'une lampe permettant de redresser très simplement les courants alternatifs industriels, et d'en faire du courant continu, utilisable, par exemple, pour la charge de batteries d'accumulateurs.

Cette lampe a été faite dans les laboratoires de la General Electric C° à Schenectady, de même que la lampe à incandescence d'un demi-watt, le tube Coolidge et les premiers amplificateurs. Elle est appelée Tungar, parce qu'elle contient des fils de tungstène dans de l'argon.

C'est une ampoule d'apparence extérieure analogue à une petite lampe à incandescence. Elle contient un filament en *tungstène* traversé et porté à l'incandescence par le courant à redresser ; en face de ce filament, qui forme l'une des électrodes, est disposée une 2e électrode en graphite qui reçoit le courant redressé.

A la différences des lampes amplificatrices où règne le vide presque absolu, le Tungar est rempli d'*argon*, à faible pression. (L'argon est un des gaz rares que contient notre atmosphère.) Dans la lampe Tungar se produisent des phénomènes en accord avec les théories modernes de l'ionisation et des électrons.

Les corps conducteurs chauffés à une température suffisante vaporisent des *particules d'électricité négative, véritables atomes* d'électricité nommés *électrons* ; ceux-ci sont attirés par tout corps électrisé positivement. Quand l'on place en face d'une électrode négative incandescente une électrode positive, celle-ci attire les électrons.

Les électrons (négatifs) sont attirés par une électrode positive, de même que dans les expériences classiques sur le pendule en *moelle de sureau* où l'on remarque que les électricités de noms contraires s'attirent.

De même que dans les expériences du pendule, les électricités *de même nom* se repoussent, de même dans la lampe à vide, une électrode négative repousserait les électrons négatifs émis par le filament de tungstène incandescent.

Quand le filament incandescent est alimenté par

du courant alternatif, et que la seconde électrode de la lampe Tungar est disposée sur l'*autre fil* de la même distribution, le phénomène suivant se produit à chacune des alternances :

Le filament incandescent produit toujours des *électrons*. Pendant une des phases, ce filament étant négatif, repousse les électrons qui sont au contraire attirés par l'autre électrode, en ce moment positive, et un courant s'établit entre le filament chaud et l'électrode froide.

Pendant l'autre phase, le filament chaud, devenu positif, retient les électrons, qui seraient d'ailleurs repoussés par l'électrode froide, alors négative.

L'ampoule n'est donc traversée que par du courant de même sens.

++

Dans les premiers essais d'audions, l'ampoule presque entièrement vidée de gaz était *dure* et il fallait une grande différence de potentiel pour obtenir le passage d'un courant appréciable même avec un filament très incandescent.

Des études diverses sur les gaz rares (V. les travaux de Claude sur le *néon*) ont fait remarquer des phénomènes d'ionisation, et dans certaines limites de pression, on a pu faire passer un courant relativement important avec une différence de potentiel assez petite dans un milieu de néon ou d'argon.

Les lampes Tungar contiennent de l'*argon*, et peuvent laisser passer un courant pulsatoire de plusieurs ampères : on construit des ampoules d'une puissance de 500 watts.

La figure montre le montage d'un redresseur avec une lampe Tungar représentée en A : cette ampoule contient un filament de tungstène *f* et une plaque de graphite *p*.

L'incandescence du filament est obtenue au moyen d'un petit transformateur statique T, branché sur la distribution MN du courant alternatif à redresser.

En série avec la batterie à charger B est intercalé un rhéostat de réglage R.

Pendant le fonctionnement, le filament *f* est incandescent, et émet constamment des électrons négatifs.

Quand le fil M, du réseau alternatif est en phase positive, la plaque P, également positive peut attirer les électrons, et il s'établit un courant dans l'ampoule.

Quand, au contraire, M devient négatif, la plaque P également négative repousse les électrons négatifs et aucun courant ne passe.

La batterie d'accumulateurs n'est donc traversée que par du courant pulsatoire de même sens.

Il faut faire un petit effort de réflexion pour comprendre quel est le sens du courant redressé, ou bien s'imaginer un *courant négatif*, qui serait d'ailleurs, d'après les dernières théories électriques, le seul rationnel.

Il faut se rappeler que le filament incandescent ne peut émettre que des *charges négatives*, ce qui équivaut à un courant positif dans le sens contraire.

Comme les *convertisseurs* à vapeur de mercure, une lampe Tungar ne permet d'utiliser que l'une des ondes du courant alternatif, et produit du courant pulsatoire.

En employant deux redresseurs conjugués, on peut utiliser les deux phases du courant alternatif et obtenir du courant *ondulé*.

Les convertisseurs n'ont un bon *rendement* que pour des voltages élevés (au-dessus de 200 volts). La lampe Tungar a un rendement satisfaisant avec de petites intensités sur 110 volts.

Elle sera très employée dans les laboratoires.

F. GIBON.

Une petite expérience sur l'effet Edison.

++

Voici un moyen simple de le mettre en évidence :

Coller sur le verre d'une lampe à incandescence à filament métallique, une bague de papier d'étain ; prendre un écouteur téléphonique et le relier d'une part à la bague d'étain, d'autre part à la terre (conduite d'eau, de gaz).

Dès que la lampe est allumée sur le courant alternatif on entend dans l'écouteur le ronflement caractéristique des périodes.

Si la lampe est alimentée par du courant continu, il faut couper le contact de l'écouteur avec la bague pour entendre à chaque rétablissement un bruit sec qui montre que la bague est électrisée.

Si la lampe n'est pas allumée, on n'entend rien.

Au lieu d'un téléphone, on pourrait employer un électroscope bien isolé (à l'ambre, par exemple) et l'on pourrait remarquer au bout de peu de temps la divergence des feuilles d'or (dans l'appareil simple) ou de l'équipage mobile.

Il serait facile de contrôler que la charge prise est toujours « négative ».

L'ÉLECTRICIEN *accueille avec empressement et rémunère toute communication intéressant la technique où la pratique industrielles de l'électricité.*

L'ÉLECTRICIEN *met ses colonnes à l'entière disposition de toutes les Sociétés ou Syndicats d'ingénieurs ou de contremaîtres ; nous insérerons avec plaisir toutes les communications qui nous seront adressées par ces associations.*

Conseils pratiques aux élèves des Ecoles techniques.

PETITS PROBLÈMES D'ÉLECTRICITÉ

Mesure et calcul d'une résistance.

—

Application à la réparation d'un rhéostat.

Dans un article précédent (1), *notre collaborateur a pris comme exemple concret de la mesure et du calcul des résistances l'application à un rhéostat ; nous répétons ci-dessous, pour la commodité de nos lecteurs, l'énoncé du problème posé, mais auparavant nous croyons utile de répéter dans quel esprit il sera traité en rappelant les termes par lesquels notre collaborateur terminait le préambule de son premier article :*

« *Tout le monde peut-il acquérir les notions de mesures électriques qui sont à la base de tout problème d'électricité ? Nous en sommes persuadés, et au risque de paraître un peu paradoxal, nous voyons très bien l'époque où, à côté de la balance, du poids et du mètre, chacun aura chez soi, par nécessité, quelques appareils pratiques de mesures électriques.*

Nous n'hésiterons donc pas, en traitant les petits problèmes qui se présentent journellement dans la pratique, à y introduire un peu de précision et à y effectuer, chaque fois que nous le pourrons, de véritables mesures.

Ces quelques mots de préambule nous ont paru nécessaires pour indiquer l'esprit dans lequel nous allons aborder ces problèmes, voire même ceux que nos lecteurs voudront bien nous poser ; entre temps nous essaierons de construire pour notre usage quelques instruments de mesure.

Avons-nous besoin de dire que nous n'avons nullement la prétention de donner des leçons aux électriciens qui connaissent leur métier ?

Non, bien évidemment ; nous nous adressons au grand public, au consommateur qui a bien un peu le droit, lui, de savoir ce dont il retourne et nous nous efforcerons de nous mettre à sa portée. »

Rappelons le problème que nous nous sommes posé :

1er *Problème.* — A la suite de l'arrêt brusque d'un moteur électrique actionnant une pompe, on constate que le rhéostat de démarrage a besoin d'une réparation ; l'une des résistances en maillechort dont il est composé est détruite.

On demande comment effectuer une réparation de fortune en utilisant, pour remplacer la résistance hors d'usage, soit du fil de ferro-nickel, soit encore, si cela est possible, du simple fil de fer très facile à se procurer.

(1) L'*Electricien*, 15 juillet 1919, p. 20.

1° *Disposition schématique du rhéostat ; localisation de la résistance détruite.*

Nous avons dit précédemment que notre rhéostat était un appareil du type courant ; la figure 1, qui est une vue de face et une coupe de l'appareil, nous en montre nettement le mode de montage d'ailleurs bien connu : un frotteur en forme de V renversé, composé de lames de cuivre formant balais, est entraîné par une manivelle et frotte d'un côté d'une façon continue sur un secteur d'où il prend le courant et de l'autre sur les différents plots entre lesquels sont intercalées les résistances.

Il s'agit maintenant de le disséquer pour ainsi dire et d'effectuer l'opération qui consiste à dresser un *schéma* des connexions, opération souvent délicate et demandant toujours une certaine attention même dans les appareils les plus simples. Effectuons cette opération en démontant le moins possible, — c'est un bon conseil, — notre appareil ; dans le cas présent cela nous sera facile, car il nous suffira d'enlever la tôle qui protège les résistances contre les chocs et les contacts métalliques accidentels. Nous apercevrons alors sans difficultés les différents fils conducteurs qui relient les résistances aux plots, aux bornes et à la manivelle, ainsi que les résistances en forme de ressorts à boudin ; nous constatons que l'une d'elles visible . sur la coupe de la fig. 1) a disparu en grande partie à la suite d'une série d'oxydations dues à une trop grande élévation de température et nous arrivons, avec un peu d'attention, à dresser notre schéma dessiné sur la figure 2.

Remarquons, en passant, que la figure ainsi obtenue n'a pas été faite d'une façon quelconque, mais en respectant la position relative, — sans, bien entendu, tenir compte de leurs dimensions, — des différentes parties du rhéostat. Nous aurions pu tout aussi bien négliger, par exemple, le nombre des résistances en série sur un même plot, disperser sans méthode lesdites résistances sur notre figure, puis faire suivre des chemins quelconques à nos fils de connexions, nous n'aurions pas changé fondamentalement le schéma, mais nous aurions eu une figure relativement compliquée, sans clarté, d'où possibilité d'erreurs qui iraient à l'encontre de notre but ; nous insistons sur l'importance d'effectuer le schéma d'une façon logique et méthodique,

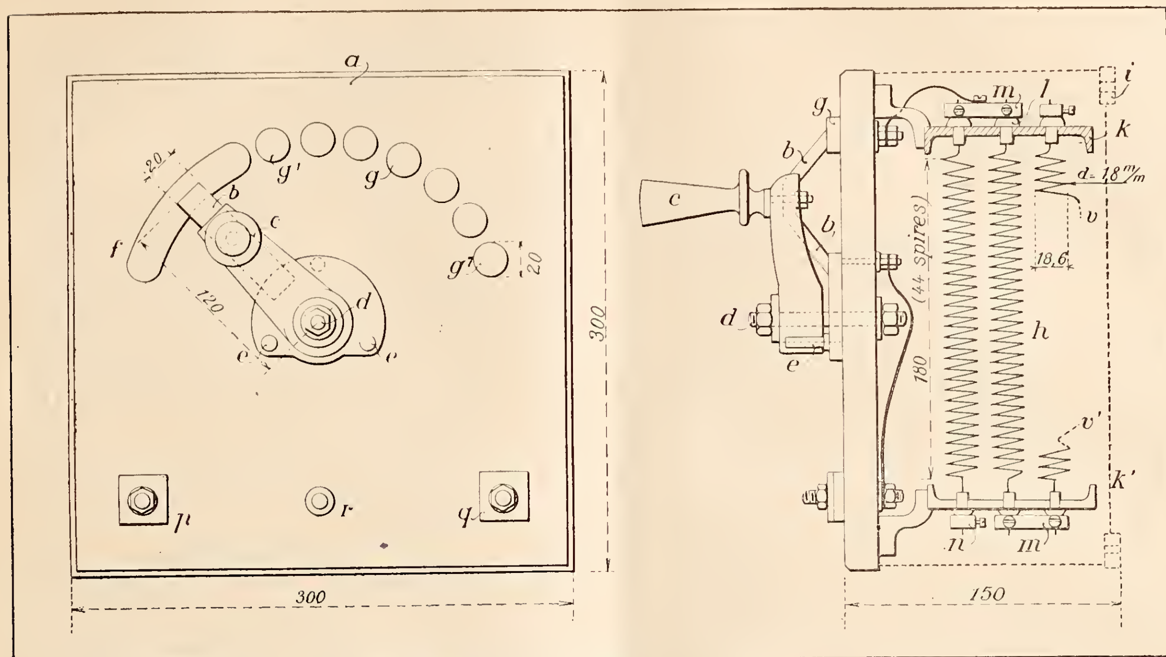


Fig. 1. — Vue de face et coupe partielle du rhéostat.

A, plaque de marbre sur laquelle sont fixés le frotteur *c*, conduit par la manette *c* pivotant autour de l'axe *d*, limité dans sa cours par les boutons *e e*; *f*, secteur de repos en fibre vulcanisée ; *g1 g*, *g7* plots entre lesquels sont intercalées les résistances *n*, *n* ; *k*, *k'*, supports en fonte maintenant en place les résistances *h* par l'intermédiaire d'isolateurs en porcelaine *l* ; *m n*, serre-fils des connexions ; *p q*, bornes d'amenée et de sortie du courant.

et d'éviter des figures trop symboliques ; le cas qui nous occupe est très simple, mais il n'en est pas évidemment toujours de même.

Ceci dit, complétons notre schéma par toutes les données qui sont en notre possession et qui pourront nous aider à effectuer notre réparation, telles que, nature du métal résistant, diamètre des fils, diamètre et nombre de spires, etc., etc. ; nous obtenons ainsi les renseignements suivants :

Nature du métal	Maillechort.
Diamètre des fils résistants.......	1mm,8 et 2mm,4
Nombre de résistances de 1mm,8.... (y compris la résistance détruite).	26
Nombre de résistances de 2mm,4...	2
Diamètre extérieur des spires......	18mm,6
Nombre de spires par résistances (1mm,8)	44
Nombre de spires par résistances (2mm,4)	22

Enfin, dernier renseignement utile, notre schéma nous indique, en ce que concerne la répartition des résistances entre les plots du rhéostat, les chiffres suivants :

Entre le 1er et le	2e	plot	10	résistances	de	1mm,8
—	2e et le	3e	—	6	—	—
—	3e et le	4e	—	4	—	—
—	4e et le	5e	—	3	—	—
—	5e et le	6e	—	3	—	—
—	6e et le	7e	—	2	—	2mm,4

Cette première partie terminée, il nous reste maintenant à aborder les différents points suivants :

1° *Rechercher la valeur des résistances non détruites et effectuer les mesures nécessaires ; en déduire la valeur de la résistance à remplacer pour remettre le rhéostat en état de marche.*

2° *Calculer les dimensions de la résistance de remplacement supposée en ferro-nickel ou en fer, seuls métaux, suivant l'énoncé de notre problème, dont nous disposons.*

3° *Effectuer la réparation et procéder à un essai de mise en marche.*

Il est évident que si nous disposions d'un laboratoire, nous aurions vite fait d'effectuer quelques mesures, mais justement, notre problème tire son intérêt de ce fait que nous sommes loin de tout laboratoire, de tout centre industriel et qu'il faut que nous le résolvions par nos seules ressources

bien limitées ; c'est ce que nous allons chercher à faire.

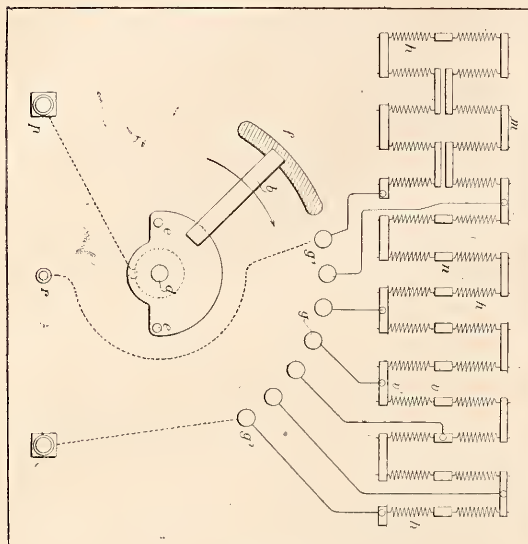


Fig. 2.

Les lettres se rapportent aux mêmes organes que ceux de la figure 1. Le courant arrive par la borne p en communication constante avec le frotteur b. Quand ce dernier vient toucher le premier plot g' le courant traverse toute la résistance pour sortir par la borne q. Le courant alimente en même temps les indicateurs par l'intermédiaire de la borne r reliée à g_1.

2° *Recherche de la valeur des résistances non détruites, essai de mesure des dites résistances.*

Pouvons-nous d'abord nous rendre compte, sans effectuer de mesures électriques, de l'ordre de grandeur des résistances brûlées ? Ce serait déjà un point acquis et d'ailleurs il est non seulement utile, mais nécessaire, d'une façon générale, de toujours se rendre compte de cet ordre de grandeur avant d'effectuer une mesure quelconque et ceci n'est pas spécial à l'électricité ; car c'est de cette connaissance que découle le choix judicieux des appareils de mesure.

Eh bien, dans notre cas, nous pouvons le faire d'une façon approximative, grâce à la connaissance de quelques chiffres que nous trouverons facilement dans un formulaire, voire même dans un simple catalogue d'appareillage électrique. Pour la commodité de nos lecteurs et pour leur éviter une recherche, nous avons résumé dans le tableau ci-dessous les valeurs usuelles des résistances des métaux les plus couramment utilisés sous la forme de fils.

Résistance en ohms à 15° de 1 mètre de fil de 1 millimètre de diamètre.

MÉTAL	RÉSISTANCE A 15°	MÉTAL	RÉSISTANCE A 15°
Argent.......	0,0204	Zinc..........	0,075
Cuivre	0,0229	Ferro-nickel ...	0,940
Aluminium ...	0,0381	Maillechort	0,510
Platine	0,120	Plomb	0,263
Fer..........	0,132	Nickel	0,165

Calculons la longueur développée d'une résistance élémentaire ; nous savons qu'elle est constituée par un fil de $1^{mm},8$ en maillechort, enroulé sous forme de 44 spires de $18^{mm},6$ de diamètre extérieur ; le diamètre moyen de chaque spire sera de $18,6 - 1,8 = 16^{mm},8$ et la longueur développée pour une spire sera :

$3,14 \times 16,8 = 52,78$ soit, 53 millimètres environ. Nos 44 spires nous donneront finalement une longueur développée de

$$0^{m},053 \times 44 = 2^{m},33.$$

Or notre tableau nous donne bien la résistance de 1 mètre de fil de maillechort de 1 millimètre de diamètre, mais elle ne nous donne pas celle de 1 mètre de fil de $1^{mm},8$ de diamètre ; qu'à cela ne tienne, la formule suivante que la plupart d'entre nos lecteurs pourront facilement vérifier nous donnera immédiatement le chiffre cherché.

Connaissant la résistance A *de* 1 *mètre de fil de* 1 *millimètre de diamètre* (*tableau ci-dessus*), *la résistance x de* 1 *mètre du même fil, mais de diamètre d, est*

$$x = \frac{A}{d^2}.$$

Ainsi il suffit de diviser les chiffres du tableau ci-dessus par le carré du diamètre du fil dont on veut connaître la résistance par mètre pour avoir la résistance cherchée.

Dans le cas présent, en appliquant la formule, on trouve

$$x = \frac{0,510}{1,8^2} = 0,\ 157$$

La résistance de nos $2^{m},33$ sera donc de $0,157 \times 2,33 = 0^{\omega},366$ environ. Et comme pour simplifier la construction de ses appareils, le constructeur du rhéostat a utilisé une série de résistance égales parmi lesquelles se trouve la résistance brûlée, nous pourrions en conclure de suite que la résistance de remplacement devra avoir $0^{\omega},366$.

Mais malheureusement la résistance du maillechort ou, pour parler plus correctement, sa résistivité est très variable suivant les alliages et rien ne nous dit que notre chiffre soit exact ; cette résistivité peut en effet varier de 25 à 41, ce qui revient à dire que un fil de 1 mètre de long et de 1 millimètre de diamètre aurait une résistance variable

de 0,m32 à 0,m56 ; ne connaissant pas sa valeur exacte, il faudra donc que nous cherchions à connaître cette résistance par un autre procédé.

C'est ce que nous allons examiner.

***

Mesure d'une résistance à l'aide d'un voltmètre et d'un ampèremètre.

Cette méthode de mesure bien connue, utilisée couramment dans les ateliers lorsqu'on ne désire pas avoir une grande précision, ce qui est bien notre cas, est la suivante :

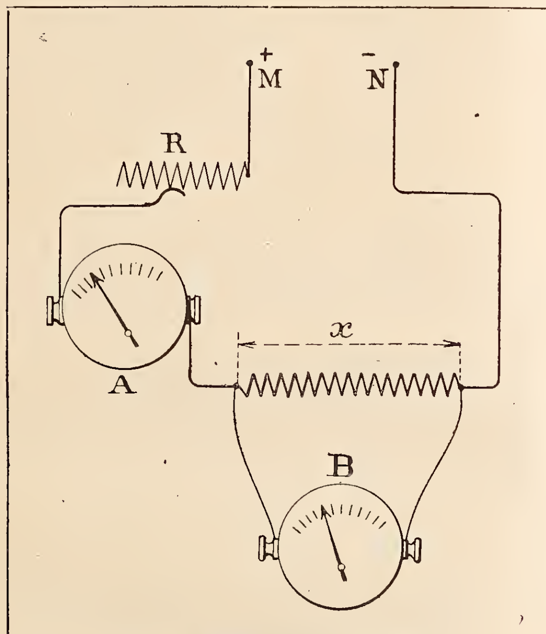


Fig. 3. — Mesure d'une résistance.

On fait passer dans la résistance à mesurer que nous appellerons x, un certain courant de valeur I dont un ampèremètre nous donne l'intensité ; on branche ensuite aux deux extrémités de la résistance x un voltmètre dont la déviation nous indiquera qu'il existe, pendant que le courant passe, une certaine différence de potentiel de v volts entre ces deux extrémités ; la résistance x cherchée est alors donnée par la formule (loi d'Ohm)

$$x = \frac{V}{I}$$

Si par exemple nous trouvons que I = 2 ampères et $V = 10$ volts, x sera égal à $\frac{10}{2} = 5$ ohms.

Le procédé est donc très simple.

La figure 3 nous indique la disposition schématique de cette mesure.

J. Verney.
Chef de laboratoire
des Travaux pratiques d'électricité Industrielle
au Conservatoire des Arts et Métiers.

Rhéostats d'expérience pour courants de grande intensité.

Dans beaucoup d'usines et de laboratoires les essais électriques nécessitent l'installation de rhéostats pour courants de grande intensité.

Le rhéostat décrit ci-après permet de maintenir un courant de 110 volts et d'une intensité maximum de 20 ampères dans les limites convenables et de distribuer suivant les cas des courants de 16, 12, 9, 6, 4, 2, 1 et 1/2 ampère.

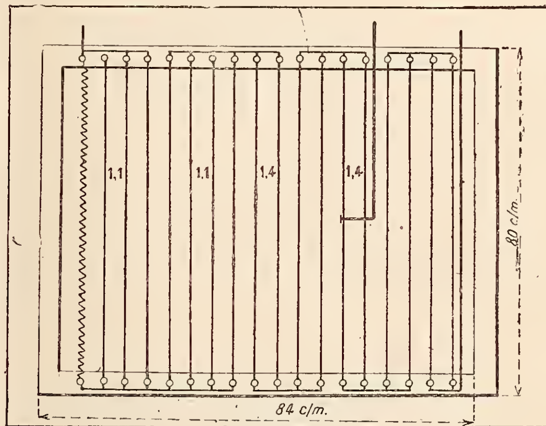


Fig. 1.

Le tableau suivant résume les calculs :

Numéros des distributions	Intensité du courant en ampères	Résistance totale en ohms.	Résistance de la distribution en ohms.	Nombre des fils.	Diamètre des fils en millimètres.	Longueur des fils en mètres.
1	20	5.50	0.55	2	1.4	62.8
				2	1.1	
2	16	6.88	1.38	4	1.1	12.5
3	12	9.16	2.28	2	1.4	15.8
4	9	12.22	3.06	2	1.4	17.5
				1	1.1	
5	6	18.34	6.12	1	1.4	21.1
6	4	27.50	9.16	1	1.1	20.6
7	2	55.00	27.50	1	0.7	23.6
8	1	110.00	55.00	1	0.5	24.2
9	0.5	220.00	110.00	1	0.5	48.4

On a donc besoin en résumé de :

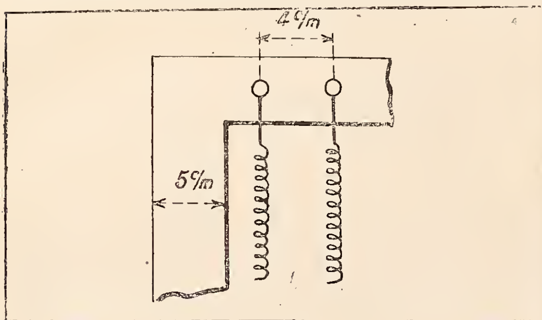
72^{m},60 de fil de 0,5^{mm} de diamètre
23^{m},60 — — 0,7 — —
213^{m},70 — — 1,1 — —
195^{m},80 — — 1,4 — —

Les fils de 1,1 et 1,4 sont enroulés en spirales de 2 c/m de diamètre et de 6 m/m d'écartement (pas). Les fils de 0,7 sont enroulés en spires de 15 m/m de diamètre et de 4 m/m de pas et ceux de 0,5 m/m en spires de 10 m/m de diamètre au pas de 3 m/m.

La longueur totale des spires du rhéostat est donc 6,9 + 2,1 + 21,4 + 19,6^{m} = 50 mètres.

Les spirales sont disposées de telle façon qu'entre deux spirales voisines on observe une distance de 4 c/m d'écartement.

Les fils sont fixés de la façon suivante : Contre un cadre en bois solide de 80 c/m de hauteur et de



Pig. 2.

84 c/m de largeur sont fixées les vis de réglage à tête ronde enfoncées dans le corps cylindrique de façon à laisser facilement passer les fils. L'écartement entre ces vis doit donc être de 4 c/m.

On fixe une spirale de chaque côté du cadre. Il suffira donc pour les 36 spirales de 70 c/m de longueur de fixer en haut et en bas 18 vis sur lesquelles les spirales seront solidement tendues.

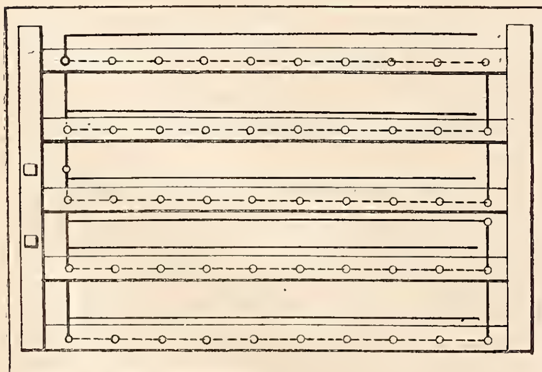


Fig. 3.

La figure 1 montre schématiquement la disposition des fils sur un côté du rhéostat.

La figure 2 indique plus clairement les dimensions et l'aspect d'un coin du rhéostat.

Un autre dispositif assez pratique consiste dans l'emploi de lampes à incandescence. Une batterie de 50 lampes disposées comme l'indique la figure 3 constitue un rhéostat peu coûteux et très commode.

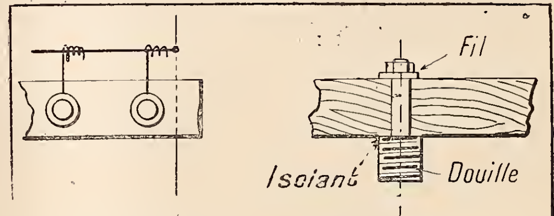


Fig. 4.

Deux planchettes verticales sont réunies par cinq autres horizontales. Chacune de ces planchettes porte dix lampes fixées ainsi qu'il est représenté figure 4.

Les principaux fils de contact auront 3 m/m de diamètre, ils seront en cuivre rouge.

Les fils venant aux lampes auront 0,5 m/m de diamètre, également en cuivre rouge. Ils seront disposés ainsi que le représente la figure 5.

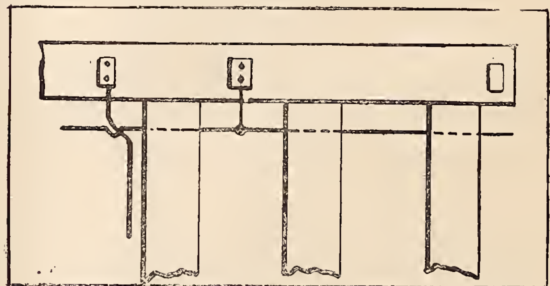


Fig. 5.

Avec une lampe, on réduit l'intensité du courant de 1 à 1,5 ampère. (La température atteint 70°.)

Avec deux lampes à filament de charbon on réduit de 1,8 à 2,5 ampères et on obtient une température de 100°. (Un litre d'eau peut être porté à l'ébullition en 5 à 7 minutes.)

Avec 2 lampes, on obtient donc une résistance d'au moins 1 ohm. Ce rhéostat présente l'avantage de pouvoir être branché à volonté en parallèle ou en série.

S. T.

Informations. -- Analyses. -- Revues.

Caractéristiques de la commande électrique d'une fabrique de papier.

La nouvelle installation de la Cascade Paper C° de Tacoma (Washington) vient d'être établie pour fournir environ 20 tonnes de papier par 24 heures, papier destiné à la confection des livres, journaux, épreuves lithographiques, imprimés commerciaux et de chemin de fer.

La matière employée est constituée pour 75 0/0 environ par les vieux papiers, vieux journaux, revues, et autres papiers de rebut, les autres 25 % par de la pâte de bois neuve et fraîchement préparée. Au mélange de pâte du vieux papier et de la pulpe neuve, on ajoute en petite quantité de l'argile blanche, de l'alumine et diverses autres substances.

La fabrique est installée à environ 10 kilomètres du centre commercial de Tacoma, sur la crique Chambers, au voisinage de Steilacoom, à proximité d'un bras du Puget Sound, de manière à faciliter les transports. La manufacture est construite en briques et ciment ; les bâtiments comprennent une installation de force motrice et des ateliers avec la machinerie moderne d'une usine à papier.

La force motrice d'environ 700 chevaux est fournie par le réseau municipal de Tacoma ; elle actionne les diverses machines par des courroies ; sur 16 moteurs, 8 sont établis pour débiter une force motrice de 575 HP sous 2.200 volts, les 8 autres d'une capacité totale de 107,5 HP travaillent sous 440 volts. Les transformateurs qui reçoivent l'énergie du réseau municipal sous 50.000 volts sont au nombre de deux, de 300 k. v. a. ; ils débitent le courant pour la manufacture en triphasé à 2.200 volts avec un tableau de distribution principal à 7 panneaux. Trois câbles sous plomb, placés dans une canalisation en bois, conduisent le courant depuis les interrupteurs à huile jusqu'aux tableaux de distribution principaux du courant à 2.200 volts destiné aux moteurs travaillant sous ce voltage.

D'autres câbles transportent l'énergie destinée aux moteurs travaillant sous 440 volts, à trois transformateurs de 50 k. v. a. dont l'un débite le courant sous le voltage 220/110 volts pour l'éclairage sur une distribution à trois fils.

En commençant par l'étage le plus élevé où les vieux papiers sont préparés en vue de la préparation qu'ils doivent subir, nous trouvons un moteur de 40 HP sous 440 volts, qui actionne une machine ayant pour objet de les réduire en fragments prêts à être mélangés à la pulpe de bois, en même temps qu'un nettoyeur mécanique et un ventilateur à poussières, tous les deux à vitesse réduite ; un moteur de 15 HP actionne un mélangeur avec agitateur dans lequel passent les éléments de la pâte à papier.

A l'étage d'au-dessous, un moteur de 75 HP sous 2.200 volts actionne des malaxeurs à rouleaux traversés par des conduites de vapeur : chaque extrémité de l'arbre moteur actionne un malaxeur par une poulie et une courroie de commande.

La pulpe passe ensuite par gravité des chaudières aux réservoirs-tanks munis d'agitateurs mécaniques, et actionnés à faible vitesse par un moteur de 75 HP.

La pulpe est ensuite montée par des pompes à succion pour passer dans une série de cribles ou tamis, et ensuite dans deux bacs laveurs munis de rouleaux chauffés à la vapeur, actionnés par un moteur de 75 HP à la vitesse de 80 tours par minute. Le produit soumis au blanchiment est ensuite passé au battage au moyen de 4 batteuses actionnées par deux moteurs de 75 HP à la vitesse de 80 tours par minute. On achève la réduction de la pulpe en une pâte d'une extrême finesse dans les machines Jordan actionnées par des moteurs de 100 HP. Après passage dans deux installations de tamisage actionnées par des moteurs, la masse semi-fluide et légèrement visqueuse est reprise dans les machines à papier fonctionnant automatiquement avec chauffage à la vapeur et livrant le papier prêt à être employé.

La vapeur nécessaire à la cuisson de la pulpe et au maintien de la température voulue dans les opérations successives de la fabrication est fournie par une installation spéciale, qui actionne également la machine à papier et tous ses organes compliqués pour lesquels il faut une grande souplesse et une grande régularité de marche.

L'aération et le maintien de la température normale dans les divers ateliers sont obtenus par deux ventilateurs cyclones actionnés par des moteurs, qui régissent les courants d'air chaud circulant entre les divers étages par des conduites appropriées.

Tout l'équipement électrique et les accessoires sont fournis par la Westinghouse Electric and Manufacturing C°, les installations ont été établies sous la direction de M. E. J. Barry, ingénieur-électricien à Tacoma, qui a établi les plans de distribution des circuits et autres parties de l'installation.

Electrical Review.

++

Emploi de lampes à incandescence pour les projections.

La projection de vues diapositives sur l'écran se fait, le plus souvent, en utilisant un arc électrique dont les rayons lumineux traversent le système optique d'une lanterne. C'est au courant continu, plus régulier et plus économique que le courant alternatif pour cette application, qu'on accorde généralement la préférence. L'emploi de l'arc électrique pour les projections donne lieu à un certain nombre d'inconvénients auxquels il est difficile de remédier en pratique. Le manque de fixité de l'arc surtout avec le courant alternatif, produit des « papillotements » parfois gênants pour l'œil. La chaleur développée est assez intense pour provoquer quelquefois le bris du condensateur et aussi un commencement de fusion de la gélatine, si les vues restent trop longtemps soumises à l'action calorifique du foyer. On évite en partie ces derniers accidents en éloignant de l'arc électrique le système optique, mais alors le rendement est diminué et le condensateur n'utilise qu'un cône lumineux de 45° environ, au lieu de 75° d'angle au sommet, qu'il serait possible d'obtenir avec une source moins chaude qu'on rapprocherait davantage. D'autre part, la surface incandescente des charbons, quoique relativement réduite, est encore assez étendue pour que le foyer ne soit pas punc-

tiforme, condition dont on doit chercher autant que possible la réalisation dans un appareil rationnel de projection. On conçoit donc que le rendemant lumineux soit encore abaissé de ce fait, puisqu'une notable partie du faisceau éclairant est inutilisée. Néanmoins, malgré ces inconvénients, auxquels il convient d'ajouter la sujétion du réglage des charbons, on considérait l'arc électrique comme la source de lumière la plus économique et la plus pratique dans les lanternes de projection.

Sauf dans quelques installations modestes, la lampe à incandescence était rejetée pour cet usage, à cause de son éclairage insuffisant et surtout parce que la disposition même du filamant ne pouvait en faire une lumière punctiforme. Toutefois, dans ces dernières années, on a créé de nouveaux types de lampes à incandescence de pouvoir éclairant considérable (1000 bougies et au delà) rivalisant dans une certaine mesure avec l'arc électrique. Ces lampes, à filament métallique, ont un rendement et un éclat supérieurs à ceux des lampes à filament de carbone et elles dégagent moins de chaleur à égalité de puissance. Les ampoules sont le plus souvent remplies d'un gaz inerte, comme l'azote. Des applications en ont été faites, non seulement pour l'éclairage ordinaire, mais aussi pour les projections. Il va de soi que l'on peut, avec ces dernières lampes, supprimer le rhéostat, accessoire indispensable des lanternes à arc. Mais l'inconvénient, précédemment signalé, d'une surface incandescente trop grande est encore plus accentué qu'avec le cratère de l'arc. Aussi quelques inventeurs se sont-ils efforcés de l'atténuer, de manière à réaliser un foyer se rapprochant autant que possible d'un point lumineux.

Nous rappellerons l'ingénieux procédé de M. Dussaud qui consiste à survolter de 50 à 100 % un filament de tungstène très » ramassé « présentant la forme d'une hélice minuscule, et qui produit un point éblouissant. La durée du filament est très réduite, il est vrai, mais le rendement lumineux se trouve considérablement augmenté. D'autre part, le fonctionnement de ces lampes étant intermittent, la chaleur dégagée disparaît au fur et à mesure qu'elle se produit. Elles donnent donc en réalité de la lumière froide et il est possible, vu leur peu d'encombrement, de rapprocher considérablement la source éclairante du condensateur dans les lanternes de projection. L'éclairement étant en raison inverse du carré des distances, on peut obtenir, avec une de ces lampes, d'intensité relativement faible, mais placée à une distance très réduite du condensateur, un éclairement comparable à celui d'une source de plusieurs milliers de bougies disposées à écartement normal dans une lanterne ordinaire de projection. Dans ces conditions, un arc de 1,5 kilowatt, par exemple, peut être remplacé par une ampoule de 25 watts alimentée au besoin par un petit accumulateur, ce qui rend plus faciles les installations provisoires de projection avec un matériel portatif, dans des locaux où l'on ne dispose pas de courant électrique.

Le fonctionnement intermittent de ces lampes survoltée, est obtenu soit par un dispositif très simple mû à la mains soit avec un commutateur actionné par un petit moteur, lequel produit des allumages à courte période séparés par des intervalles de repos rapprochés. Avec15 allumages par seconde, l'effet éprouvé par la rétine est sensiblement celui d'une lumière fixe, à cause de la persistance des impressions lumineuses qui durent à peu près un /10 de seconde. Une seule lampe est donc suffisante généralement, mais si l'on veut avoir un éclairage plus continu ou réduire le nombre des allumages individuels, on réunit deux ou plusieurs ampoules, montées sur un disque tournant et qui s'allumeront périodiquement, par intermittences, en passant successivement devant le foyer du système optique : malgré le survoltage, on arrive à donner à ces lampes une durée suffisante, en raison de leur fonctionnement intermittent.

Avec les lampes Dussaud, on peut projeter dans de très bonnes conditions des vues en noir, du format normal 8,5 × 10, sur un écran de 3 mètres de côté et des vues vérascopiques sur un écran de 2 mètres. Les autochromes, dont la transparence est souvent médiocre, peuvent également supporter un fort agrandissement sans que l'éclairement devienne insuffisant, comme parfois avec les appareils ordinaires de projections. Notons aussi l'intérêt que présente surtout pour les vues en couleurs et les pellicules de celluloïd, un foyer lumineux ne dégageant qu'une chaleur insignifiante.

L'*Electrical World* a donné récemment la description d'un autre type de lampe à incandescence dite « monoplane » construite par la Compagnie américaine *General Electric C°* et qui constitue aussi une ingénieuse solution, quoique approchée, du foyer punctiforme pour appareils de projections. La lampe est constituée par une ampoule à gaz inerte, dans laquelle s'allument, à régime poussé, des filaments métalliques, ordinairement filiformes, très courts et très fins, disposés parallèlement dans un même plan perpendiculaire à l'axe optique et laissant entre eux un intervalle à peu près égal à leur diamètre. La source lumineuse est placée au foyer d'un miroir sphérique, installé en arrière et dont la surface réfléchissante est constituée de façon à renvoyer dans la plan focal des filaments et exactement dans leurs intervalles, les images de ceux-ci. Il en résulte que la plan d'incandescence forme une surface ininterrompue, sans les lignes d'ombres qu'auraient laissé subsister lesdits intervalles, en l'absence de réflecteur. Il est à remarquer aussi que celui-ci permet d'utiliser les radiations émises par la face postérieure des filaments, celles de la face antérieure rayonnant directement vers le condensateur. Le rendement lumineux est donc doublé.

L'ampoule, de forme cylindrique allongée, a un diamètre très faible, de manière à rapprocher le plus possible les trois éléments optiques : miroir, lampe, condensateur. Il y a intérêt en effet à réduire les distances focales, ce qui permet d'accroître l'angle du cône lumineux collecté par le condensateur et que celui-ci renverra plus fourni dans l'axe de l'objectif de projection. Cet objectif doit être très lumineux, c'est-à-dire avoir une grande ouverture relative, quoique le prix en soit plus élevé : on utilisera ainsi, dans l'éclairement de l'écran, une proportion plus grande de la lumière émise. *La General Electric C°* préconise, pour ses appareils de projection, des objectifs ayant une ouverture de $f/2,5$ et même $f/2$.

Les lampes à incandescence peuvent être alimentées par du courant alternatif ou, de préférence, par du courant continu. La lampe « monoplane » est établie pour fonctionner sous une faible tension, 25 à 30 volts, avec une intensité d'environ 25 ampères. Un transformateur statique est nécessaire pour abaisser la tension normale du réseau à celle d'utilisation de la lampe. C'est une dépense supplémentaire, mais qui est largement compensée par l'économie résultant d'une moindre consommation d'énergie électrique, comparativement à l'arc. La lampe « monoplane » dure une centaines d'heures ; les frais de remplacement sont à peu près les mêmes que ceux entraînés par la consommation des charbons dans les lampes à arc.

On voit, par cet exposé, que certains types de lampes à incandescence, convenablement établis, et à foyer pratiquement punctiforme, peuvent constituer des sources lumineuses d'intensité au moins égale à celle de l'arc électrique, qu'ils peuvent remplacer avantageusement

dans les appareils de projections, particulièrement au point de vue d'une meilleure utilisation des radiations lumineuses. Cette augmentation de rendement, qui résulte non seulement de l'emploi desdites lampes, mais d'une disposition plus rationnelle des organes du projecteur, se traduira par une diminution importante des dépenses de courant électrique.

F. Barbier,
(d'après *Photo-Revue*).

++

Pour l'Industrie des régions libérées.

Les Etats-Généraux des régions libérées ont été ouverts le 31 août 1919 dans le grand amphithéâtre de la Sorbonne, par une séance d'inauguration présidée par M. Ribot, ancien président du Conseil.

Les sections se sont réunies dans leur salle de travail et ont élu leur bureau.

Voici les vœux les plus importants qui ont été examinés, notamment par la 5e section, celle de l'industrie, présidée par M. Gauvin, sénateur de la Somme.

1° *Avances.* — Au point de vue commercial et industriel, il est nécessaire qu'un plus grand nombre de commerçants et surtout d'industriels profitent d'assez larges avances pour reconstituer leurs moyens de produire.

Pour le matériel, il est urgent que l'Allemagne paye en nature, tels que le charbon, les machines-outils, les métiers à tisser, à broder, à tricoter, les camions, les teintures et autres produits chimiques.

Il est également nécessaire que les avances consenties aux industriels leur soient versées plus rapidement ;

2° *Comptoir central d'achats.* — Les demandes de cession ne doivent pas être immobilisées dans les bureaux. Le secteur doit être qualifié pour recevoir les demandes de cession, et, quand il y a lieu, pour autoriser l'industriel à traiter directement avec ses fournisseurs, après examen et approbation des devis, tous les payements, soit par anticipation, soit après la fourniture, devant être effectués par le secteur.

Le comptoir central d'achats ne doit plus intervenir dans les achats des machines et des matériaux approvisionnés directement par les sinistrés, après visa du secteur de la reconstitution industrielle.

Le décret du 21 juillet permettant aux chefs de secteur de délivrer des chèques pour le paiement immédiat de l'outillage nécessaire à la reconstitution doit être généralisé et régulièrement appliqué ;

3° *Houille noire et houille blanche.* — Bon nombre d'ateliers pourraient rouvrir si l'on avait l'énergie électrique. L'assemblée demande qu'on n'attende pas que les grosses maisons soient prêtes à en user pour aider les autres.

Là où des contrats existent avec les compagnies du gaz, l'administration doit permettre d'en suspendre l'application ou subventionner celles-ci pour leur permettre de distribuer la force électrique au plus tôt.

L'assemblée émet le vœu que soit examiné de toute urgence un projet de distribution d'énergie électrique. A l'heure où la main-d'œuvre fait défaut, il importe d'y suppléer par tous les moyens possibles. L'utilisation de l'énergie électrique peut jouer un très grand rôle à la campagne, et il appartient à l'Etat de faciliter la création d'usines génératrices, soit en prenant lui-même l'initiative des travaux, soit en favorisant tout spécialement la création des coopératives d'électricité.

La priorité des livraisons en faveur des industriels des régions sinistrées doit être exigée. Il importe que ces derniers soient pourvus du combustible nécessaire au fonctionnement ininterrompu de leur exploitation.

4° *Matériel.* — Considérant qu'il est inadmissible que l'Etat, qui a privé les industriels du matériel qui est nécessaire à leur industrie, ait la prétention d'obliger ces industriels à racheter leur propre matériel en le faisant payer deux ou trois fois plus cher que le prix qu'il leur offre lui-même et qui n'est pas soldé.

Vœux émis :

Que l'Etat, toutes les fois qu'il le peut, rende ce matériel ou un analogue aux industriels chez qui il a été réquisitionné et qui en font la demande ;

Que les industriels sur lesquels a été réquisitionné du matériel puissent, à titre d'indemnité, recevoir un matériel équivalent lorsqu'l reste sans usage entre les mains de l'Etat ;

Que les industriels français qui utilisaient, avant la guerre, du matériel spécial de provenance allemande (matériel que ne fabrique aucune maison de France) soient autorisés à commander le même matériel à des usines allemandes et que l'Etat oblige ces dernières à le livrer au plus tôt.

L'assemblée émet également le vœu que le matériel récupéré dans les régions libérées soit mis, par priorité, à la disposition des industriels de ces régions et qu'il ne sorte de ces régions que s'il n'y est pas utile — que le matériel enlevé par les Allemands soit rapidement restitué à leurs propriétaires — que les importations en franchise ou tout allègement des droits d'importation pour un matériel quelconque ne soient accordés qu'après des enquêtes sérieuses sur la situation de l'offre et de la demande de ce matériel sur le marché français — enfin que les droits de douane soient remboursés, dans de certaines conditions, pour les pays envahis, notamment sur le matériel de sucrerie.

5° *Retraites ouvrières.* — L'assemblée émet le vœu qu'on institue une procédure sommaire urgente pour que les ouvriers y ayant droit soient réglés dans le plus bref délai.

6° *Chômage.* — L'indemnité de chômage doit être supprimée, sauf pour les mutilés et les ouvriers démobilisés depuis moins de trois mois.

7° *Journée de huit heures.* — L'assemblée émet le vœu que des dérogations permanentes à la loi de huit heures soient accordées, dans la plus large mesure, aux entreprises des régions libérées pour la reconstitution rapide de ces régions.

Divers. — Enfin, d'autres vœux, d'ordre divers, sont proposés : remaniement des secteurs et création d'un secteur par département, — reconstitution de l'apprentissage,

La Journée industrielle.

++

Les forces hydrauliques.

M. Léon Perrier, rapporteur du projet de loi sur les forces hydrauliques, a d'abord examiné le statut légal actuel de nos chutes d'eau : l'Etat est maître souverain de nos rivières *navigables et flottables* classées par l'ordonnance du 10 juillet 1835 ; en ce qui concerne les cours d'eau non classés, il faut distinguer, au point de vue de la législation, trois éléments : la propriété du lit, le droit à usage de l'eau et les pouvoirs de l'administration qui appartiennent au ministre de l'Agriculture.

Sur ces rivières, dites privées ou de droit commun,

l'Etat n'a qu'un pouvoir de police : l'industriel doit faire face aux acquisitions nécessaires soit des droits d'eau, soit des droits de passage pour la canalisation sans qu'il y ait entre lui et les riverains aucun pouvoir d'arbitre.

M. Perrier a indiqué les modifications nécessaires à ce régime : la loi projetée fait un tout unique de l'énergie produite par les eaux françaises, même dans le cas où cette énergie serait fournie par les marées. Ce n'est pas d'après l'importance ou la nature juridique du cours d'eau que le rôle de l'autorité publique et les droits et devoirs de l'industriel seront déterminés ; c'est d'après l'importance ou la destination de la force aménagée.

De ce fait, les modifications apportées au régime légal actuel des chutes sont différentes suivant la catégorie des cours d'eau.

En ce qui concerne les cours d'eau appartenant à l'Etat, elles ont pour fins d'assurer aux concessionnaires des facilités administratives.

Elles soumettent par ailleurs concessions et permissions à des redevances fiscales. En ce qui concerne les cours d'eau privés, elles subordonnent à l'intervention de l'autorité l'utilisation industrielle de l'énergie hydraulique. Elles confèrent aux concessionnaires des pouvoirs nouveaux leur permettant d'empiéter sur les droits reconnus aux riverains.

La durée des concessions, a ajouté M. Perrier, serait de soixante-quinze ans à l'expiration desquels les ouvrages et bâtiments reviendraient à l'Etat en toute propriété, moyennant une indemnité qui ne saurait dépasser le quart de la valeur pénale.

Le nouveau régime s'appliquerait aux utilisations de force hydraulique d'au moins 500 kilowatts.

Le projet maintiendrait cependant les usines existantes pendant soixante-quinze années sous le régime actuel. Elles échapperaient à toute redevance à l'exception du droit de statistique.

Le rapporteur a conclu qu'en présence de la gravité de la situation de notre pays au point de vue de l'approvisionnement en charbon, rien ne doit être négligé pour tirer de nos rivières et de nos torrents le maximum d'énergie. Il faut que l'Etat se décide à établir lui-même, soit directement, soit par régie intéressée, des exploitations modèles d'énergie hydraulique.

++

Groupes moteurs légers et transportables. Centrales électriques improvisées.

L'ouverture de nombreux chantiers dans les régions à restaurer, la remise en marche avec des moyens de fortune, des ateliers ou usines épargnés par le feu ou la pioche, posent à un très grand nombre d'industriels, d'entrepreneurs, d'agriculteurs, le problème de la force motrice. Dans les régions bienheureuses qui n'ont pas été submergées par l'invasion, la question se pose d'une façon en général moins pressante ; presque partout existent maintenant des centrales électriques distributrices de force auxquelles, en général, on se relie aisément. Dans les anciens pays envahis, au contraire, tout est à refaire et les particuliers auront souvent à se tirer d'affaire par leurs seuls moyens ; dans un très grand nombre de cas, les besoins en force motrice seront seulement momentanés, répondant aux exigences d'un travail déterminé ; il faudra donc des groupes moteurs faciles à monter et à démonter, aisément transportables. La pénurie de main-d'œuvre exercée exigera aussi que leur conduite soit simple, et puisse être confiée à un ouvrier peu expérimenté.

Les usines *Renault* utilisent pour en constituer des groupes industriels (groupes électrogènes, groupes compresseurs, motopompes, etc.), les moteurs d'avions, dont elles étaient si grandes productrices pendant les hostilités. Ces moteurs ont fait leurs preuves au cours des dures randonnées aériennes de la guerre, ils continuent à les donner dans des voyages comme ceux de Coli, de Paris à Rabat en une escale.

Les moteurs d'avions de Renault sont à cylindres fixes et refroidissement d'eau. Ils sont, par la force même des choses, légers et faciles à conduire, il n'y a pas de mécaniciens à bord de l'avion et le moteur doit fonctionner sans aucune intervention.

Si le moteur d'avion a des qualités intrinsèques, très appréciables pour des groupes moteurs industriels, il a un grave défaut : son usure rapide. Elle est due surtout à la grande vitesse de rotation, et au fait que le moteur est « poussé » au maximum de façon à donner le maximum de puissance sous le minimum de poids.

Ce défaut rédhibitoire ne subsiste pas, bien entendu, sur les moteurs d'avion, devenus moteurs terriens. Ceux-ci ont été réglés pour des vitesses et des compressions moindres; travaillant dans des conditions plus aisées, ils gardent, *a fortiori*, la sécurité de fonctionnement de leurs frères ailés.

Les moteurs Renault sont établis en différents types dont la puissance varie de 75 à 200 chevaux ; ils sont à 4 temps, à 6, 8 ou 12 cylindres jumelés en V ou en ligne, suivant le type, de façon à procurer un encombrement aussi réduit que possible. Le refroidissement se fait par circulation d'eau assurée par une pompe centrifuge qu'actionne le moteur.

Le graissage est assuré par une circulation d'huile produite par une pompe à engrenages logée dans le fond du carter. Le carter intérieur forme réservoir d'huile et une pompe d'alimentation à engrenages également permet d'y ajouter l'huile nécessaire pendant la marche lorsque celle-ci est prolongée.

Ces moteurs fonctionnent à l'essence ou au gaz pauvre. Dans le premier cas, le mélange carburé est fourni par 1 ou 2 carburateurs automatiques. L'allumage est double et se fait par magnétos haute tension.

Chaque moteur fait tourner un alternateur avec excitatrice en bout d'arbre. Il suffit d'un hangar léger de 5 mètres sur 7 pour les abriter ; le réfrigérant d'eau de circulation est placé à l'air libre.

Les fondations sont réduites à celles nécessaires pour les moteurs et les alternateurs. L'installation intérieure est également très simple : un petit tableau de distribution amovible et monté sur roues, des réservoirs d'huile et d'essence, ce dernier rempli par une pompe qui puise directement dans des bidons servant au commerce.

R. G. E.

++++o++++

L'Unification du Matériel électrique.

++++++++++++++++++++++++

PROJET DE STANDARDISATION (1)

Conditions auxquelles doit satisfaire une machine électrique.

Il s'agit, ici, des conditions auxquelles doit satisfaire une machine dans le cas où les contractants se sont référés aux prescriptions générales du Comité électrotechnique français, sans formuler de conditions particulières pour y déroger.

Températures, échauffements.

Puissance. — L'essai de la machine est fait au régime normal, la température du milieu refroidissant ne dépassant pas 40° C., pour l'air, et 25° C., pour l'eau.

Durée. — L'essai d'une machine destinée à un service continu est prolongé jusqu'à ce qu'il soit manifeste que les échauffements et les températures-limites ne seront pas dépassées.

Pratiquement, on peut, pour abréger la durée, forcer le régime pendant la première partie de l'essai, et revenir ensuite au régime normal.

On admet que l'état stationnaire est atteint quand l'échauffement n'augmente plus d'une quantité supérieure à 1° C. par heure.

L'essai d'une machine destinée à un service discontinu, et, en général, de toute machine faisant l'objet de conditions conventionnelles spéciales, est fait dans les conditions mêmes qui définissent son service.

Un service quelconque peut, généralement, être remplacé par un régime thermiquement équivalent, soit continu, soit discontinu, pourvu que la comparaison porte sur l'organe le plus chaud.

×

Températures observées. Les températures observées sont les valeurs données par les méthodes de mesure définies dans les présentes règles, et relevées sur les machines entièrement terminées et montées. Elles diffèrent des températures maximum qui ne peuvent être mesurées qu'en prenant, pendant la construction, certaines dispositions d'emploi exceptionnel (couples thermo-électriques ou résistances disposés dans les parties profondes de la machine).

Les limites de température précisées dans les présentes règles se rapportent aux températures observées.

(1) Voir l'*Électricien* du 31 août 1919.

Commencement de l'essai. — L'essai ne peut être commencé que lorsque la machine est en équilibre de température avec le milieu ambiant.

Toutefois, pour les machines destinées à un service continu, on peut ne pas attendre l'équilibre parfait, si la résistance initiale est mesurée avec des précautions indiquées.

Mesures de températures. — Les températures des diverses parties d'une machine sont déterminées au moyen du thermomètre, ou bien par la mesure de résistance des enroulements.

La mesure par variation de résistance est la règle, pour les enroulements, le thermomètre n'y étant employé que si l'autre méthode est inapplicable ou inopportune.

La température observée est la plus haute température indiquée par le thermomètre placé à l'endroit accessible le plus chaud d'un organe de machine ; ou la atempérature calculée par la résistance pour les enroulements.

Lorsqu'une température est à déterminer par résistance, on doit s'assurer au thermomètre, avant l'essai, que la température de l'enroulement ne diffère pas de plus de 3° C. de la température ambiante.

La température finale de l'enroulement se calcule au moyen du rapport des résistances et de la température initiale, relevée au thermomètre, de cet enroulement.

Les températures des enroulements en court-circuit permanent, celles des organes autres que le- enroulements, ainsi que les températures locales les plus élevées en des endroits accessibles quelconques des machines, sont mesurées au moyen du thermomètre appliqué sur leur surface.

On relèvera, si possible, les températures en marche et après l'arrêt, et la plus élevée des deux valeurs sera adoptée comme résultat de la mesure.

Température du milieu refroidissant. — La température de l'air ambiant est mesurée au moyen de thermomètres répartis autour de la machine, à mi-hauteur, à une distance de 1 à 2 mètres, et protégés contre les courants d'air et le rayonnement direct de la machine.

La valeur à adopter dans le calcul de l'échauffement est la moyenne des lectures faites à intervalles de temps égaux pendant le dernier quart de la durée d'essai.

La température de l'air à l'entrée d'une machine

à ventilation forcée est mesurée au thermomètre à son entrée dans la machine.

La température de l'eau de refroidissement est mesurée au thermomètre à son entrée dans la machine.

Mode de mesure. — La température sera mesurée comme il est dit ci-après dans quelques cas particuliers.

***

Génératrices et moteurs à courant continu. — La température des inducteurs est déterminée par la résistance, quel que soit le mode d'excitation.

La température de l'induit est déterminée par le thermomètre placé sur l'enroulement à l'endroit accessible le plus chaud, quand la méthode par résistance est inapplicable ou inopportune.

Observation. — Lorsqu'on se sert de thermomètres le mode opératoire suivant est recommandé :

La température de l'induit est déterminée comme suit. Sur le fer, par l'application d'un thermomètre au point accessible le plus chaud. Sur les conducteurs, à l'aide de trois thermomètres, appliqués immédiatement après l'arrêt, savoir : deux d'entre eux à la sortie des encoches et aussi près que possible du fer, sans le toucher, l'un du côté du collecteur, l'autre du côté opposé ; le troisième au milieu des encoches et aussi près que possible du fer, sans le toucher.

On admettra, comme température de l'enroulement de l'induit, la plus élevée des trois lectures. Si le troisième thermomètre ne peut pas être appliqué, on admettra, comme température, la plus élevée des lectures des deux autres thermomètres majorée de 3 %.

Les températures seront lues après 5 minutes d'application des thermomètres.

***

Alternateurs et moteurs synchrones. — La température des inducteurs est déterminée par la résistance.

La température de l'induit est déterminée par la résistnce, si la méthode est applicable et l'on doit s'assurer, par le thermomètre, qu'il n'y a pas, dans les enroulements, de températures locales plus élevées que celles qui sont indiquées dans le tableau ci-après des températures limites.

Si la méthode par résistance est inapplicable ou inopportune, la température est déterminée par des thermomètres placés sur les enroulements aux points accessibles les plus chauds.

***

Moteurs asynchrones sans collecteurs. — Les températures du stator et du rotor sont déterminées comme celles de l'induit d'un alternateur synchrone, sauf quand l'enroulement est continuellement fermé sur lui-même sans connection avec l'extérieur, auquel cas on se sert du thermomètre.

***

Transformateurs. — La température des enroulements est déterminée par la résistance.

Coefficient de la résistance du cuivre avec la température. — Dans les mesures de températures par résistance du cuivre, on appliquera les valeurs indiquées dans le tableau ci-dessous, déduites de la formule $\frac{1}{234,5 + t}$ par degré centigrade dans laquelle t est la température initiale de l'enroulement. Ainsi, à une température initiale de $t = 30°$ C. correspond un coefficient $\frac{1}{264,5} = 0,00378$.

TEMPÉRATURE des enroulements à laquelle est mesurée la résistance initiale — Degrés centigrades.	ACCROISSEMENT relatif de résistance par degré centigrade. —
0	0,00427
5	0,.0418
10	0.00409
15	0,00401
20	0,00393
25	0,00385
30	0,00378
35	0,00371
40	0,00364

Limites de température et d'échauffement. — Les maximum de température qu'une machine doive supporter dans ses diverses parties sont ceux qui restent compatibles avec la conservation de ses isolants. Ces limites peuvent être déterminées pour chaque isolant. Ce sont donc les températures les plus élevées de chaque partie de la machine qu'il serait désirable de connaître. Comme cela est le plus souvent impossible, il convient de limiter les températures observées à des valeurs assez basses pour tenir compte de la différence entre les valeurs observées et les valeurs maximum des erreurs de mesure, ainsi que de la possibilité de surcharges accidentelles.

Les échauffements admissibles se déduisent simplement des températures limites en retranchant de celles-ci 40° C., limite supérieure de la température de l'air ambiant.

En conséquence, les échauffements mesurés à la fin de l'essai en régime normal ne doivent dépasser, en aucune des parties de la machine, les valeurs limites de la deuxième colonne du tableau ci-dessous.

Observation. — Le coton n'est considéré comme imprégné que si ses fibres sont rendues adhérentes

TEMPÉRATURES ET ÉCHAUFFEMENTS LIMITES DES MACHINES

Nos d'ordre	Nature de l'isolation des enroulements, ou désignation de l'organe.	Limite admissible	
		Température observée	Échauffement
		Degrés centigrades	Degrés centigrades
1	Coton non imprégné	80	40
2	Coton imprégné ou immergé dans l'huile, papier :		
	Par thermomètre (1)	90	50
	Par résistance	95	55
3	Enroulements imprégnés, massifs, logés dans des rainures	95	55
4	Fil émaillé	Réservée	Réservé
5	Mica, amiante, verre, porcelaine, micanite, et composés analogues	115	75
6	Enroulement continuellement fermés sur eux-mêmes — isolés	100	60
7	Enroulement continuellement fermés sur eux-mêmes — non isolés	110	70
	Collecteurs, bagues	90	50
8	Paliers	80	40
9	Huile de transformateurs	Réservée	Réservé

(1) *Observations.* — Les indications de cet alinéa (n° 2) ne sont pas conformes aux décisions antérieures de la Commission électrotechnique internationale ; elles ont été adoptées par la Grande-Bretagne, les Etats Unis d'Amérique, l'Italie et la Suisse, et le Comité français se voit obligé de les adopter, en attendant une décision définitive de la Commission internationale sur la protestation qu'il a élevée.
Il demeure bien entendu que la mésure par thermomètre n'est admissible que dans les cas exceptionnels.

entre elles et avec le conducteur, au moyen d'une substance appropriée.

Lorsque l'imprégnation est faite de manière à former une masse pleine sans espaces d'air reliant les conducteurs entre eux, les enroulements sont dits massifs.

La matière servant à l'imprégnation doit rester solide à plus de 100° C.

Les limites de température et d'échauffement, limites indiquées à l'article précédent, au point de vue électrique, cessent de s'appliquer aux machines rotatives dont la tension entre bornes dépasse 5.000 volts, et aux transfrormateurs secs dont la tension entre bornes dépasse 10.000 volts.

Pour les inducteurs, mobiles ou non, constitués d'une seule couche de barres, et pour les enroulements massifs immobiles, un excès de 5° C. est admis sur les températures et échauffements limites indiqués à l'article 51.

Les températures des noyaux de fer en contact avec les enroulements ne doivent pas dépasser les températures admises pour ces enroulements.

Les températures des noyaux de tôle qui ne sont pas en contact avec des enroumements ne doivent pas dépasser 110° C.

Lorsque l'isolation comprend plusieurs matières isolantes différentes, à l'exception de l'huile des transformateurs, la température limite est la plus basse de celles qui correspondent aux divers isolants employés ; l'isolant, même formant support, est toujours supposé faire partie de l'enroulement.

Corrections. — Les échauffements chiffrés dans la deuxième colonne du tableau précédent sont obtenus en retranchant des températures limites la valeur de 40° C., maximum de la température ambiante pour laquelle les présentes règles restent applicables.

Il ne sera fait aucune correction, lorsque la température ambiante sera, lors d'un essai, inférieure à 40° C. et les valeurs de la deuxième colonne du tableau sont des valeurs limites d'échauffement, quelle que soit cette température ambiante.

Pour les machines destinées à fonctionner à une altitude supérieure à 1000 mètres, il y a lieu de tenir compte d'une correction ; mais la valeur ne peut pas en être précisée actuellement.

Rigidité électrique.

L'épreuve de la rigidité diélectrique des isolants a lieu dans les ateliers du constructeur, et, de préférence, aussitôt après l'essai d'échauffement, afin que la machine soit à une température voisine de celle du régime. Elle comporte l'application de la tension indiquée à l'article ci-après.

Cette tension est alternative, d'une fréquence comprise entre 20 et 100 périodes par seconde, d'une forme pratiquement sinusoïdale. La tension est appliquée entre chacun des circuits et l'ensemble de tous les autres et de la masse, mis à la terre.

L'application de la tension doit être progressive.

Tensions d'épreuve et durée d'application. — Les tensions d'épreuve des machines sont indiquées dans le tableau ci-après.

La durée d'application de la tension d'épreuve doit être de 1 minute.

Observations. — 1° Si le circuit d'excitation d'un alternateur comporte un interrupteur, une convention spéciale doit intervenir et prévoir une

TENSIONS D'ÉPREUVE DES MACHINES

NATURE DE LA MACHINE OU DU CIRCUIT EN ESSAIS	TENSIONS D'ÉPREUVE EN VOLTS.	OBSERVATIONS
1. Machine de puissance inférieure à 1 kilowatt	2,5 U.	U, tension de service indiquée sur la plaque.
2. Machine de puissance supérieure à 1 kilowatt et, en général, tous appareils et partie d'appareils autres que ceux désignés ci-après	2U + 1000.	Id.
3. Circuit de tension supérieure à 1.000 volts	2U + 1000.	Id.
4. Circuits secondaires de moteurs d'inductionn on construits pour court-circuit permanent	$2U_1$ + 1000.	U_1 tension en circuit ouvert.
5. Circuits d'excitation et excitatrices d'alternateurs et de moteurs synchrones	$10U_2$ (min. 1500; max. 3500).	U_2 tension maximum d'excitation.
6. Transformateur de distribution publique :	$2,5U_1$ + 1000.	
a. Côté de haute tension	(min. 10.000 volts).	U_1 et U_2 tension de service
b. Côté de basse tension	$2,5U_2$ (min. 1000 volts).	indiquées sur la plaque.

valeur beaucoup plus élevée encore de la tension d'épreuve.

L'excitatrice et le rhéostat d'excitation principale sont essayés à la tension correspondant à l'enroulement d'excitation qu'ils desservent.

2° La tension d'épreuve de l'enroulement induit d'un moteur asynchrone est calculée d'après la plus haute valeur de l'une quelconque des tensions mesurables entre les bagues, à circuit ouvert.

3° Le rhéostat de démarrage d'un moteur asynchrone, comme, en général, tous les accessoires des machines, est soumis à la même tension d'épreuve que le circuit auquel il est relié.

Commutation.

Les machines à collecteurs pour service continu doivent fonctionner à calage fixe des balais, sous toutes charges, sans étincelles sensibles. Sous la surcharge momentanée (n° 64) portant le courant à 1,50 fois la valeur normale, elles ne doivent pas manifester d'étincelles destructives.

Les machines à collecteurs pour service discontinu doivent fonctionner à calage fixe des balais dans toutes les conditions prévues pour leur emploi. Elles ne doivent nécessiter ni polissage, ni entretien du collecteur pendant 10 heures consécutives de fonctionnement.

Épreuves mécaniques.

Toutes les machines doivent satisfaire, au point de vue mécanique, aux conditions énumérées ci-après.

Les épreuves destinées à en justifier l'observation n'ont lieu que sur demande expresse, et dans les ateliers du constructeur, sauf convention contraire.

Si elles succèdent immédiatement aux essais d'échauffement, on devra veiller à ce qu'elles n'aient pas pour effet de porter les enroulements à des températures supérieures aux limites admises.

Excès de vitesse. — Toute machine doit supporter, pendant 15 minutes, sans subir de déformation permanente, une vitesse de rotation dont la valeur égale 1,20 fois celle portée sur la plaque signalétique.

Excès de couple. — Toute génératrice destinée à un service continu doit supporter, pendant 5 minutes, sans subir de déformation, un excès de couple résistant obtenu en portant la valeur de l'intensité du courant à 1,50 fois celle du régime normal, la tension étant maintenue aussi voisine que possible de la normale.

Couple maximum des moteurs. — Il est recommandé de préciser la valeur du couple maximum exigé pour un moteur.

Sauf spécification, les moteurs à courant continu et à courants polyphasés, destinés à un service continu, supporteront, sans ralentir à l'excès, un couple résistant égal à 1,50 fois le couple normal déduit des indications de la plaque signalétique.

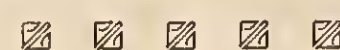
Les moteurs à courant alternatif simple supporteront, dans les mêmes conditions, 1,33 fois le couple normal.

Rendement.

Des garanties de rendement ou de maximum de pertes ne sont exigibles que si elles sont stipulées dans le contrat de fourniture.

Lorsqu'un contrat de fourniture comporte une garantie de rendement, il doit stipuler en même temps :

1° La puissance à laquelle se rapporte la valeur garantie ; 2° le facteur de puissance correspondant, s'il y a lieu ; 3° la méthode de mesure prévue ; 4° le lieu où se fera la vérification.



Brevets et inventions.

Electricité et ses applications. — Mesures et appareils de précision.

491.983. — B.-T. Hamilton et L. Stroud. — Perfectionnements aux télémètres.

491.984. — Société Lorraine des Anciens Etablissements de Dietrich et Cie de Lunéville. — Indicateur de vide pour moteurs.

491.986. — E.-A. Sperry. — Perfectionnements aux projecteurs d'exploration.

491.988. — A.-J. Delcros. — Dispositif de lumière de projecteurs.

491.989. — Firme A/S Mekano. — Commutateur à interruption automatique au bout d'un certain temps.

491.996. — T.-H. Hellyar et C. Hellyar. — Perfectionnements aux objets d'habillement ou parties de vêtements à chauffage électrique.

492.017. — L. de Forest. — Dispositifs commutateurs automatiques pour téléphones.

492.023. — H. Ciboit. — Niveau indicateur de liquide à flotteurs équilibrés.

492.029. — J. Fleury. — Coupe-circuit électrique.

492.030. — C. Zorri. — Perfectionnements aux appareils pour électrolyse.

492.036. — O. Biland et L. Thalmann. — Installation anémométrique transportable.

492.040. — E. A. E. Tôrnblom. — Perfectionnements aux rhéostats de réglage.

492.041. — J.-F. Mennot. — Perfectionnements aux dispositifs destinés à émettre des signaux sonores.

392. 047. — T.-B. Dixon. — Procédé et dispositifs pour améliorer le fonctionnement des lignes télégraphiques sous-marines et autres.

492.049. — Société anonyme Westinghouse. — Méthode et appareil pour produire des ondes de potentiel dissymétriques.

492.051. — F.-C. Collin. — Appareil pour mesurer la tension des fils d'acier ou câbles tendeurs.

492.056. — A. Burgin. — Perfectionnements aux compresseurs à eau.

492.060. — R. Thury. — Système de réglage de génératrices et de réceptrices pour circuits à courant continu d'intensité constante et de voltage varaiable.

492.082. — A. Arbid. — Appareils de radiotélégraphie.

492.083. — B.-P. Weinberg. — Perfectionnements dans les appareils destinés à déterminer la direction d'une source de sons.

492.090. — Norsk Hydro Elektrisk Kvelstofaktieselskab. — Procédé pour augmenter la durée des électrodes des fours à arc électrique.

492.129. — G. Casolini. — Perfectionnement aux compteurs d'électricité.

491.152. — Société Svenska Aktiebolaget Gasaccumulator. — Perfectionnements aux détecteurs à cristal pour télégraphie sans fil.

492.179. — G.-H. Sargent. — Niveau d'eau à tube de verre.

402.186. — P. Bret. — Dispositif téléphonique pour liaison continue entre le poste et l'observateur permettant de téléphoner en marchant.

492.190. — G. Hepburn. — Perfectionnements dans les électrolyseurs à électrodes bypolaires.

492.193. — L. de Forest. — Système de transmetteur radio-téléphonique.

492.201. — F. Berry. — Perfectionnements aux transformateurs électriques.

492.203. — Société Westinghouse Lampe Co. — Perfectionnements aux méthodes de traitement des filaments de lampe à incandescence.

492.206. — A. Dizerens. — Coupe-circuit de sûreté.

492.214. — Société des Ateliers de Construction Oerlikon. — Système d'utilisation du freinage dans les installations avec moteurs série monophasés.

492.290. — Mode de transmission téléphonique sans conducteur de retour. — Bardeloni. — 3 juillet 1919.

492.304. — Perfectionnements aux bobines de charge pour exploitations téléphoniques « superimposées » et autres applications. — Hay et Sullivan. — 4 juillet 1919.

492.316. — Perfectionnements dans les appareils enregistreurs pour téléphonie. — Reubenstone. — 4 juillet 1919.

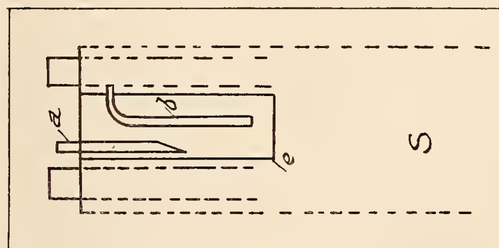
492.343. — Procédé pour produire des fluctuations de courant dans un circuit électrique, applicable en particulier à l'amplification de signaux télégraphiques sous-marins. — Dixon. — 4 juillet 1919.

492.373. — Dispositif pour la production mécanique des oscillations électriques. — Darmezin du Rousset. — 5 juillet 1919.

Ce dispositif est caractérisé par l'emploi d'alternateurs à courant triphasé ou sexaphasé, dans lesquels, par réations successives, on met en valeur les harmoniques de denture déjà amplifiés par construction, et que l'on fait résonner dans des circuits auxiliaires accordés.

492.380. — Perfectionnements dans les appareils téléphoniques et télégraphiques. — The international Electric Company. — 5 juillet 1919.

492.396. — Dispositif pour éviter tout échappement du liquide acidulé contenu dans les boîtes d'accumulateurs de lampes électriques. — Joris. — 5 juillet 1919.



492.396.

L'invention concerne une poche *e* fixée sous le couvercle et destinée à recevoir les gaz provenant du fonctionnement de l'accumulateur par l'intermédiaire du tube *b*. Ces gaz sont alors rejetés à l'extérieur par le tube *a*.

492.400. — Perfectionnements aux interrupteurs réglables pour dynamos d'allumage. — Splitdort Electrical Company. — 5 juillet 1919.

492.403. — Commutateur de réaction électromagnétique perfectionné. — Bosson et Allen West et Company. — juillet 1919.

N.-B. — *Ceux de nos lecteurs qui désireraient connaître les adresses des auteurs des brevets devront s'adresser à l'Office national de la Propriété Industrielle, 292, rue Saint-Martin, Paris (IIIe).*

LÉGISLATION

PROJET DE LOI

relatif à la création d'un office national des recherches scientifiques, industrielles et agricoles et des inventions.

L'exposé des motifs dit :

La science va jouer dans les luttes économiques du temps de paix le même rôle prépondérant qu'elle a joué dans la guerre.

L'Allemagne, qui, depuis 1914, a encore perfectionné sa puissante organisation scientifique et technique, ne dissimule pas son espérance de trouver dans une victoire industrielle la rançon de sa défaite militaire.

Mobiliser, au service de la production nationale, toutes les ressources scientifiques du pays répond à une des nécessités les plus évidentes de notre avenir. Ce sentiment de traduit de tous les côtés, dans les travaux du Parlement et dans les vœux exprimés par les corps savants, aussi bien que par les congrès et les groupements corporatifs.

L'organisation envisagée recevrait des Pouvoirs publics des crédits qu'il lui appartiendrait d'utiliser au mieux des intérêts de la production nationale, notamment en créant des services d'informations techniques, en instituant des recherches d'intérêt général ou en coopérant à des recherches d'intérêt collectif entreprises à frais communs avec les groupements industriels ou agricoles intéressés, etc.

Ses opérations étant d'ordre scientifique et technique, la direction devrait en être remise à un groupe d'hommes hautement qualifiés par leur expérience et leur savoir dont l'action serait indépendante de toute influence étrangère.

Elle devrait avoir la souplesse nécessaire pour lui permettre de débattre et régler, par des contrats réguliers, les délicates questions d'intérêts ou de propriété industrielle que ne peut manquer de poser la collaboration avec les industriels et avec les inventeurs.

La meilleure forme a paru devoir être celle d'un établissement public, doté de la personnalité civile et rattaché au point de vue budgétaire au Ministère de l'Instruction publique. Cet établissement serait dénommé *Office national des Recherches scientifiques, industrielles et agricoles et des Inventions.*

La direction en serait attribuée à un Conseil national, présidé par le Ministre et composé de membres désignés par : le Parlement, les corps savants, les sociétés savantes et les sociétés techniques, les Administrations publiques, les groupements industriels et agricoles, les association, ouvrières. Il n'est pas douteux que l'Office tirera sa forces avant tout, de l'autorité morale et scientifique de son Conseil.

Ayant mission de mettre en œuvre toutes les ressources scientifiques du pays, l'Office sera qualifié pour faire appel à tous les laboratoires dépendant des Administrations publiques. Il ne saurait être question d'empiéter, en quelque manière que ce soit, sur l'entière liberté de travail qui doit être laissée aux savants. Mais l'expérience permet d'affirmer que les appels qui leur sont faits, au nom de l'intérêt public, seront toujours entendus.

Les fonds publics se trouvent, de multiples façons, engagés dans des recherches scientifiques ayant en vue pour une large part des applications industrielles ou agricoles. Presque toujours, jusqu'ici, elles ont été conduites par des administrations et dans des laboratoires qui travaillent isolément. Ce système a de multiples inconvénients : gaspillage par suite des doubles emplois inévitables ; pertes de temps et d'efforts provenant de ce que les travailleurs qui étudient les questions connexes ne sont pas mis en situation de profiter de leur expérience réciproque, etc... Il est indispensable d'établir entre toutes ces recherches un lien par le moyen d'un contrôle et d'une centralisation technique. L'Office aura charge d'y pourvoir.

La Direction des Inventions, études et expériences techniques a joué pendant la guerre un rôle analogue, sous maints rapports, à celui que l'Office doit assurer pour l'avenir. Les conditions n'étant plus les mêmes, elle ne peut être maintenue dans son cadre actuel ; elle doit être conservée et dès maintenant transformée de manière à devenir le noyau de l'organisation nouvelle.

Le monde industriel demande une refonte de notre législation des Brevets. L'Office serait qualifié pour donner à cette transformation indispensable le concours de sa haute autorité.

PROJET DE LOI

Article premier. — Il est créé un Office national des recherches scientifiques, insustrielles et agricoles et des inventions. Cet Office a pour objet :

1° De provoquer, de coordonner et d'encourager les recherches scientifiques de tout ordre qui se poursuivent dans les établissements scientifiques ou que peuvent entreprendre des savants en dehors de ces organisations ;

2° De développer et de coordonner spécialement les recherches scientifiques appliquées au progrès de l'agriculture et de l'industrie nationales, ainsi que d'assurer les études demandées par les services publics et d'aider les inventeurs.

Art. 2. — L'Office est un établissement public rattaché au Ministère de l'Instruction publique et des Beaux-Arts.

Il possède l'autonomie financière.

Art. 3. — L'Office est administré par un Conseil d'administration, sous le contrôle d'un conseil national.

Le Conseil national est présidé par le Ministre. Les quatre-cinquièmes au moins de ses membres sont des délégués élus par le Parlement, les corps savants, les sociétés savantes et techniques, les groupements industriels, agricoles ou ouvriers, les établissements publics ou privés possédant des laboratoires.

Il vote le budget et arrête les comptes.

Les membres du conseil d'administration sont nommés par le Conseil national. Un commissaire du Gouvernement est nommé par décret.

Art. 4. — Les ressources de l'Office comprennent :

1° Un crédit annuel, inscrit au budget du Ministère de l'Instruction publique et des Beaux-Arts à un chapitre spécial intitulé : « Office national des recherches scientifiques, industrielles, agricoles et des inventions « ;

2° Toutes ressources qui pourraient lui être affectées par mesure législative ;

3° Les dons, legs ou libéralités de toutes natures qu'il pourrait recevoir.

En cas de dissolution, les valeurs provenant de cette source seront attribuées par décret rendu en Conseil d'Etat, à des établissements publics ou reconnus d'utilité publique, susceptibles d'exécuter les intentions des donateurs.

Art. 5. — Les services de la Direction des inventions sont rattachés à l'Office.

Art. 6. — Des décrets rendus en Conseil des Ministres fixeront les dispositions relatives à la constitution du conseil national et du conseil d'administration et au fonctionnement de l'Office.

Ces décrets pourront être modifiés dans le même forme, après avis du conseil national.

Art. 7. — Le Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts, président du conseil national, adressera au Président de la République un rapport annuel sur le fonctionnement de l'Office.

TRIBUNE DES ABONNÉS

Nous avons appelé, dans notre numéro du 15 juillet 1919, l'attention de nos lecteurs et abonnés sur l'utilité de mettre en commun les connaissances de chacun pour le plus grand profit de l'instruction générale. C'est ce que l'on a justement dénommé : faire de la mutualité technique.

Cette mutualité technique a donné hors de France de remarquables résultats. Elle commence à en donner chez nous de très heureux. Elle s'étend à toutes les branches des sciences industrielles et tout particulièrement à l'Industrie électrique qui compte dans son personnel un grand nombre de transfuges des autres industries qui souvent n'ont pas eu le loisir d'approfondir les difficiles problèmes qu'on rencontre en électricité ; même parmi les électriciens de métier, des points obscurs se présentent à chaque instant dans la conduite, l'entretien des accidents de dynamos et des appareils de toutes sortes qui font partie des grandes installations modernes. Il est donc du plus haut intérêt pour chacun d'avoir à sa disposition un moyen de se documenter sur les problèmes de toutes sortes qu'il est appelé à rencontrer chaque jour.

C'est à cette documentation qu'est destinée la Tribune *de l'*Electricien.

Certes la rédaction reçoit déjà une nombreuse correspondance de questions et de réponses, mais elle n'est pas encore assez nombreuse à notre gré et c'est pour cela que nous croyons devoir revenir aujourd'hui sur l'intérêt de cette question.

*Nous rappelons que l'*Electricien *publie gracieusement les demandes de* renseignements, *les* conseils, *les* problèmes techniques, *etc., posés par tous ses abonnés. Il fait ensuite appel à tous ceux de ses lecteurs qui sont en mesure de répondre aux questions posées en les priant de vouloir bien adresser aux bureaux de la Rédaction 47-49, quai des Grands-Augustins, les réponses qu'ils jugeront utiles de faire.*

Ces demandes et ces réponses sont classées et au besoin complétées par les soins de nos rédacteurs et publiées ensuite méthodiquement dans le journal pour le plus grand profit de tous. Les questions d'intérêt général qui se rapportent aux « Tours de mains et Recettes Usuelles » sont traitées dans une rubrique spéciale dont il est question plus loin.

Maurice Soubrier.

QUESTIONS

Nº 12. — Soit un alternateur donné, par ex. : 5000 volts et 500 ampères cos φ 0,9, on désire le modifier en le bobinant pour 500 volts et une intensité à calculer pour que le fer et la carcasse ne chauffent pas trop. Quelles sont les règles et calculs que l'on suit pratiquement en pareil cas ?

Même question pour un transformateur de 5.000 volts et 500 ampères au primaire et 55 000 et 45 ampères au secondaire que l'on voudrait modifier en laissant le primaire tel qu'il est et en poussant à 70.000 au secondaire.

J'entends bien qu'il suffit d'abord d'ajouter des spires au secondaire, mais en toute modification on ne doit pas perdre de vue la section du fer pour que son échauffement ne soit pas exagéré.

Je désirerais connaître les règles et calculs permettant de mettre en harmonie la section du fer (qui elle ne peut guère être modifiée) avec des données différentes de tension et d'intensité. Morarau,

Usine d'Arles (par Ax-les-Thermes).

Nº 13. — Dans une installation de four électrique, il y a une perte élevée dans les barres massives amenant le courant alternatif des machines aux fours.

Quelles sont les règles de montage pour éviter ou du moins atténuer ces pertes, par induction, courants de Foucault, etc...? Y a-t-il des ouvrages traitant la question?

(Morarau).

Nº 14. — Règles et précautions, dans l'emploi et la conduite d'une machine asynchrone, accouplée sur un réseau tantôt comme moteur, tantôt comme génératrice ?

(Morarau).

Nº 15. — En employant une lampe demi-watt de 50 bougies, spéciale pour laboratoire, j'ai essayé de faire de la projection scientifique.

C'est une lampe en filament en spirale très ramassé, donnant une petite surface lumineuse : elle porte l'indication 12 volts.

Je suis sur la rive gauche de Paris, et je reçois du courant alternatif 110 volts.

J'ai employé en série 4 petits transformateurs pour sonnerie, marqués chacun 3 volts, genre Ferrix.

Ma lampe ne s'est pas allumée, je n'ai pas obtenu davantage de résultat en employant, en surface, les 4 petits transformateurs.

De guerre lasse, j'ai branché directement ma lampe sur le secteur à 110 volts ; elle a donné un éclat, *n'a pas été grillée,* mais le plomb du fusible a sauté !

Comment pourrais-je employer ces genres de lampes, étant donné que je reçois du courant alternatif 110 volts Quel est le procédé le plus pratique ?

Est-ce que je pourrais employer un rhéostat ?

(de R...)

Nº 16. — Dans le réseau souterrain de la ville H. T. (2.000 volts monophasé), nous sommes victimes de fréquents claquages de câbles (conducteurs à la série ou courts-circuits entre conducteurs).

La méthode employée pour situer ces terres ou court-circuits sur le câble atteint est très onéreuse. Elle consiste à localiser l'accident entre postes de transformation. Ensuite à morceler le câble jusqu'à concurrence de 15 à 20 mètres, partie dans laquelle se trouve le défaut.

On conçoit que le moyen est des plus primitif et surtout très coûteux. Main-d'œuvre, boîtes de jonction, etc.

Nous possédons un « Pont de Wheatstone », mais, outre la difficulté de s'en servir (la notice explicative étant en allemand), je ne pense pas qu'il puisse situer les court-circuits sur le câble atteint.

Je demande si l'on peut m'indiquer des appareils ou procédés avec schémas à l'appui qui me répondent de situer la partie atteinte d'un câble à un mètre près, quel que soit le cas du défaut.

1º Conducteur à la terre.

2º Court-circuit entre conducteurs.

3º Terre et court-circuit. P. Caplane,

Abonné à l'*Electricien*,

Chalet Isatis, Biarritz (B.-P.)

Nº 17. — En ce moment, j'aurais besoin d'un consei que je vous serais reconnaissant de vouloir bien me donner. oilà ce dont il s'agit :

Je possède une *chute d'eau* qui était employée à la production électrique lumière et force pour la commune

du Dercy. Le courant continu a 220 volts. Le matériel électrique a été complètement dévalisé par les boches. Je vais réinstaller. Je voudrais fournir à 110 *volts*. On me conseille le courant alte natif.

Je voudrais savoir quelle est la nature du courant à adopter pour fournir :

1° à 220 volts.

2° à 110 volts.

La force de la chute est de 25 chevaux et la longueur de la distribution 4 kilomètres. Sondron Station Electrique. — Dercy (Aisne).

N° 18. — Un de nos abonnés nous pose la question suivante :

J'ai un moteur électrique de 2 chevaux, 110 volts bipolaire bobiné en tambour. A pleine charge, malgré tous mes efforts, je ne puis éviter des étincelles dangereuses au collecteur. J'agis sur les balais, sur le calage, sur la pression ; les étincelles persistent toujours. Ne pourriez-vous demander dans votre rubrique des tours de mains quels artifices je pourrais employer pour remédier ou tout au moins atténuer cette situation. D'où peut-elle provenir ? Quelles en sont les causes visibles ou théoriques ?

N° 19. — On nous écrit : J'utilise une ancienne génératrice Gramme 120 volts, 10 ampères comme moteur excitation shunt pour actionner mon atelier. En génératrice, cette machine porte sur la plaque du constructeur que la vitesse est de 1.500 tours à la minute ; or elle ne tourne plus en moteur qu'à 1.200 tours environ. Cette vitesse n'est pas suffisante pour obtenir les 120 tours qui me sont nécessaires pour mes machines-outils et d'un autre côté je voudrais bien éviter de modifier ma transmission. Auriez-vous l'obligeance de demander à vos lecteurs qui se sont trouvés dans le même cas, les mesures qu'ils ont adoptées pour résoudre la question et par la même occasion me faire expliquer pourquoi ma machine tourne moins vite en moteur, bien que je l'alimente sous le même voltage.

RÉPONSES

Réponse à la question n° 15 :

N° 15. — Pour l'emploi de petites lampes à *bas voltage*, sur courant alternatif, le plus pratique est de se procurer un transformateur approprié, capable de donner la force électromotrice, inscrite sur la lampe en même temps qu'un *débit suffisant*.

Nous vous signalons pourtant que l'on trouve dans le commerce des lampes 1/2 watt, à foyer punctiforme, et fonctionnant directement sur le courant à 110 volts.

Mais l'on peut résoudre quand même la question posée par M. de R...

La lampe n'a pas fonctionné sur la série de petits transformateurs, parce *qu'ils ne pouvaient donner un débit suffisant.*

C'est le passage d'une certaine quantité de courant qui donne, dans un fil *résistant*, une certaine quantité de chaleur et par suite de lumière.

Pour la lampe en question, marquée 12 volts-50 bougies il faut réfléchir à ceci :

Pour obtenir 50 bougies dans une lampe *dite 1/2 watt*, il faudrait dégrader dans son filament $\frac{50}{2} = 25$ watts (en théorie), en pratique, il faut compter au moins 36 watts.

Pour obtenir ces 36 watts avec un courant continu (ou alternatif non décalé), il faut que

$$36 \text{ watts} = E.\ I. = 12 \text{ volts} \times I. \text{ ampères}$$

donc $$I = \frac{36}{2} = 3 \text{ ampères.}$$

Il faut donc, d'une manière quelconque faire passer dans le filament 3 ampères. —

En se basant sur la loi d'hom

$$E = R\ I$$

et si l'on sait maintenant que pour cette lampe

$$E = 12 \text{ volts, et } I = 3 \text{ ampères,}$$

on trouve facilement que la résistance de cette lampe est

$$R = \frac{E}{I} = \frac{12 \text{ volts}}{3 \text{ ampères}} = 4 \text{ ohms.}$$

Quand M. de R... a branché directement sa lampe sur le courant à 110 volts, en vertu de la même loi d'Ohm $I = \frac{E}{R}$, il serait passé un courant de $\frac{110}{4} = 27$ ampères beaucoup trop puissant pour cette lampe qui aurait été *grillée* si le *plomb* de sûreté n'avait pas fondu.

Pour obtenir un courant de 3 ampères sur une distribution à 110 volts, il faut intercaler une *résistance totale* de $\frac{110}{3} = 36$ ohms. Comme la lampe elle-même n'a qu'une résistance de 4 ohms, il faut ajouter une résistance complémentaire de 36 — 4 = 32 ohms, soit sous la forme d'un rhéostat, soit sous forme d'un bobine de *réactance* (c. alternatif.)

On peut donc employer un rhéostat, comme le demande M. de R..., mais le procédé n'est pas économique :

On dépense 3 ampères de courant à 110 volts, soit 330 watts et l'on utilise dans la lampe que 36 watts ; il n'y a que 4 ohms de résistance utile (lampe) et 32 ohms de résistance perdue (rhéostat).

En remplaçant le rhéostat par une bobine de *réactance* le rendement peut être beaucoup meilleur, car avec un noyau *magnétique fermé* et du fil assez gros on pourrait obtenir une *impédance* totale de 36 ohms en ajoutant une très petite *résistance active* aux 4 ohms de la lampe.

$$\text{Impédance} = \sqrt{R^2 + L^2\omega^2}; \quad (\omega = 2\pi f = 264)$$

avec du courant alternatif à 42 périodes, et en supposant une bobine ayant une résistance ohmique de 1 ohm la formule devient

$$36 \text{ ohms} = \sqrt{(4 + 1)^2 + (264\ L^2}$$

ou $$36 \times 36 = 5 \times 5 + 264 \times 264\ L^2.$$

d'où, $$L = \frac{\sqrt{36 \times 36 - 25}}{264} = 0{,}13 \text{ henry environ.}$$

Pratiquement, pour obtenir une réactance variable, on peut employer une bobine analogue à un électro-aimant.

On règle la *self-induction* en éloignant plus ou moins l'*armature* des noyaux de fer, au moyen de petites cales en papier ou en carton.

On pourrait aussi employer une grosse bobine droite, avec noyau de fer doux, *mobile*. F. G.

NOTA

Une erreur de plume s'est glissée dans la solution du problème n° 2, page 73. L'auteur, après avoir exposé qu'il raisonnait sur la tension *par phase*, a continué par erreur son calcul sur les chiffres de *ligne* en sorte que l'on doit modifier comme suit les résultats :

Aux 10 volts de chute ohmique il faut ajouter géométriquement la tension *par phase* $\frac{100}{\sqrt{3}}$ ce qui donne sur l'épure 66 v., 3 par suite la tension en ligne au départ est de 66 v., 3 $\times \sqrt{3}$ = 115 v. et la tension par phrase de la génératrice est 66 v. 3. Le cos φ au départ lu sur l'épure est de 0,89 environ.

Carlos Vincent,
Ingénieur à Escanaffles.

Le Gérant : L. De Soye.

35e Année. — N° 1237. 30 Septembre 1919.

L'ÉLECTRICIEN

Revue Internationale de l'Électricité & de ses applications

PARAISSANT LE 15 ET LE DERNIER JOUR DE CHAQUE MOIS

Rédacteur en Chef : Maurice SOUBRIER

ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE

PROFESSEUR SUPPLÉANT D'ÉLECTRICITÉ INDUSTRIELLE AU CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIERS

SOMMAIRE

L'électrification des chemins de fer : **A. Tetrel.** — Les débuts dans la carrière d'ingénieur-électricien : **L. Depierris.** L'électricité pendant la grande guerre : **F. Gibon.** — Un nouveau relai renforçateur : **F. Marin.** — La mission française en Amérique : **A. Mauduit.** — Enseignement pratique de l'électricité industrielle : **M. Soubrier.** — Pour augmenter la conductibilité de l'aluminium. — De l'air chaud en masse par l'électricité. — Electrifions nos chemins de fer. — Le brevet international. — Tribune des abonnés.

L'Electrification des chemins de fer

La ligne Bluefield-Vivian du Norfolk and Western Railway (Etats-Unis).

*La Compagnie américaine du Norfolk and Western Railway a mis en service en mai 1915 une installation très importante de traction électrique du type monotriphasé que notre éminent collaborateur a bien voulu décrire ci-dessous pour les lecteurs de l'*Électricien.

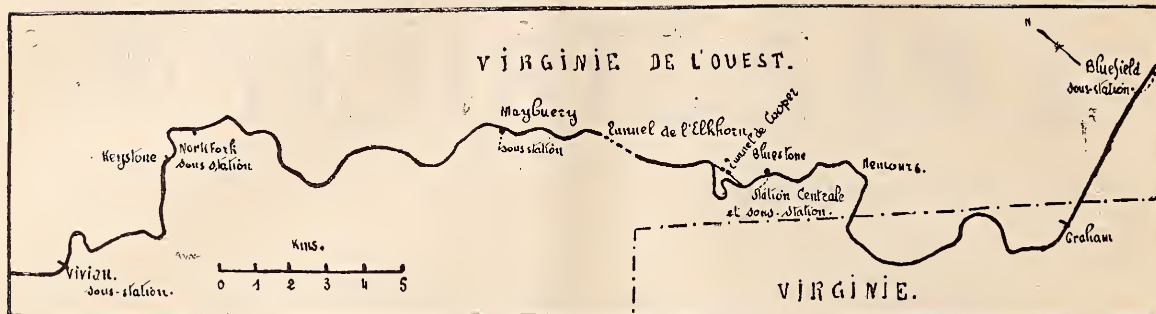
La portion de ligne électrifiée se trouve sur la ligne principale de Norfolk à Cincinnati. Elle traverse les charbonnages de la partie méridionale de la Virginie de l'Ouest. Elle s'étend, sur une longueur de 48,2 kilomètres, de Vivian (cote 450 mètres) à Bluefield (cote 780 mètres). La pente moyenne est ainsi de 7 $^m/^m$ environ par mètre ; mais il existe des rampes de 20 $^m/^m$. La ligne est en courbe sur environ 60 pour 100 de sa longueur; on rencontre fréquemment des courbes de 220 mètres et de 245 mètres de rayon et même une courbe de 103 mètres. Ces quelques chiffres montrent combien la ligne est accidentée et font prévoir une exploitation particulièrement dure. Les figures 1 et 2 donnent le tracé et le profil de la ligne.

La ligne comporte deux tunnels : celui de Elkhorn, de 900 mètres environ, au sommet de la rampe de 20 $^m/^m$ et celui de Bluestone, de 200 mètres environ. Elle est partout à double voie, sauf dans la traversée du tunnel d'Elkhorn; elle comporte, sur une grande longueur, une triple voie, de nombreuses voies de garage, de triage et d'embranchements desservant les divers charbonnages ainsi que des voies de bifurcation dans les gares. La longueur totale de voie simple électrifiée atteint 95 milles, soit plus de 150 kilomètres.

Le trafic est presque exclusivement constitué par la circulation de trains de charbon allant vers l'Est, c'est-à-dire dans le sens de Vivian vers Bluefield. Ces trains, qui sont de formation identique à 5 pour 100 près pèsent, en moyenne 3250 tonnes.

Le service comprend en outre le retour des wagons vides et le remorquaque des wagons chargés de la région Est.

La section électrifiée est par suite exploitée pratiquement comme une section locale et forme une courte ligne de traction desservant les charbonnages jusqu'à Bluefield. Cette exploitation



Fig, 1 — Tracé de la ligne.

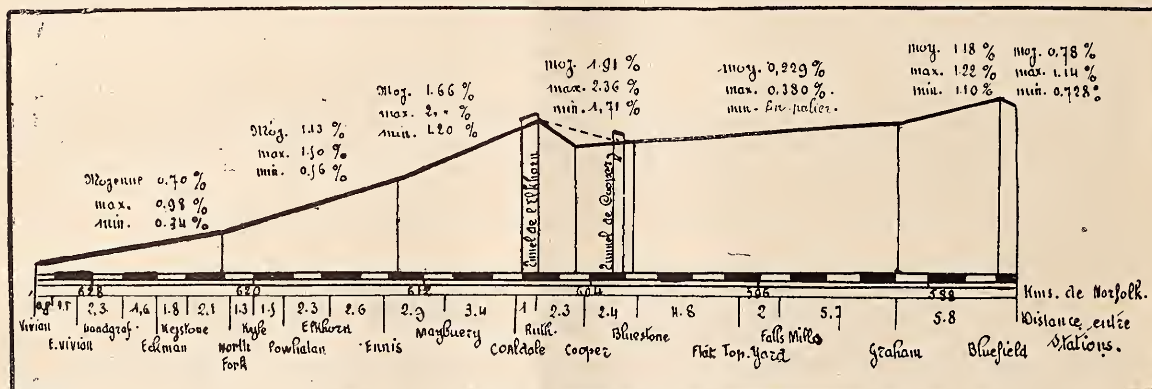


Fig. 2. — Profil de la ligne.

s'effectue indépendamment du reste du trafic de la grande ligne.

En plus des trains de charbon de lourd tonnage, les trains de marchandises et de voyageurs, convoyés sur la zone électrique, franchissent la rampe en utilisant les locomotives électriques comme locomotives de refoulement. Dans ce cas, les locomotives à vapeur restent généralement en tête du train.

Les conditions d'exploitation sont particulièrement favorables à la traction électrique ; l'aller et le retour des trains peuvent s'effectuer à des intervalles réguliers et dans des conditions uniformes. Il en résulte que le service peut être assuré par un nombre restreint de locomotives, chacune d'elles étant susceptible de faire plusieurs navettes dans la même journée.

Amélioration des conditions de trafic par l'électrification

Le but de la substitution de la traction électrique à la traction à vapeur a été d'accroître la capacité de la ligne par la réduction du temps nécessaire à la manœuvre et à la remorque des trains et d'assurer, sur les fortes rampes, un service plus économique et d'un meilleur rendement.

Les locomotives électriques ont été étudiées pour remorquer les trains de marchandises sur les rampes à la vitesse de 22,5 kilomètres à l'heure, presque double de celle de 13,5 kilomètres obtenue avec la traction à vapeur.

La suppression des arrêts, que nécessitaient les manœuvres de locomotives à vapeur et leur alimentation en eau et charbon, procure une nouvelle économie de temps. L'effet de l'accroissement de vitesse est particulièrement sensible dans le tunnel à voie unique de Elkhorn, en rampe de 10 m/m. Avec la traction à vapeur, la vitesse était réduite à 9 km, 6 à l'heure et il fallait sept minutes pour débloquer la section à voie unique sur laquelle se trouve située le tunnel. Avec la traction électrique, le débloquage de la section peut être assuré en trois minutes.

Les trains de charbon de 3.000 tonnes étaient

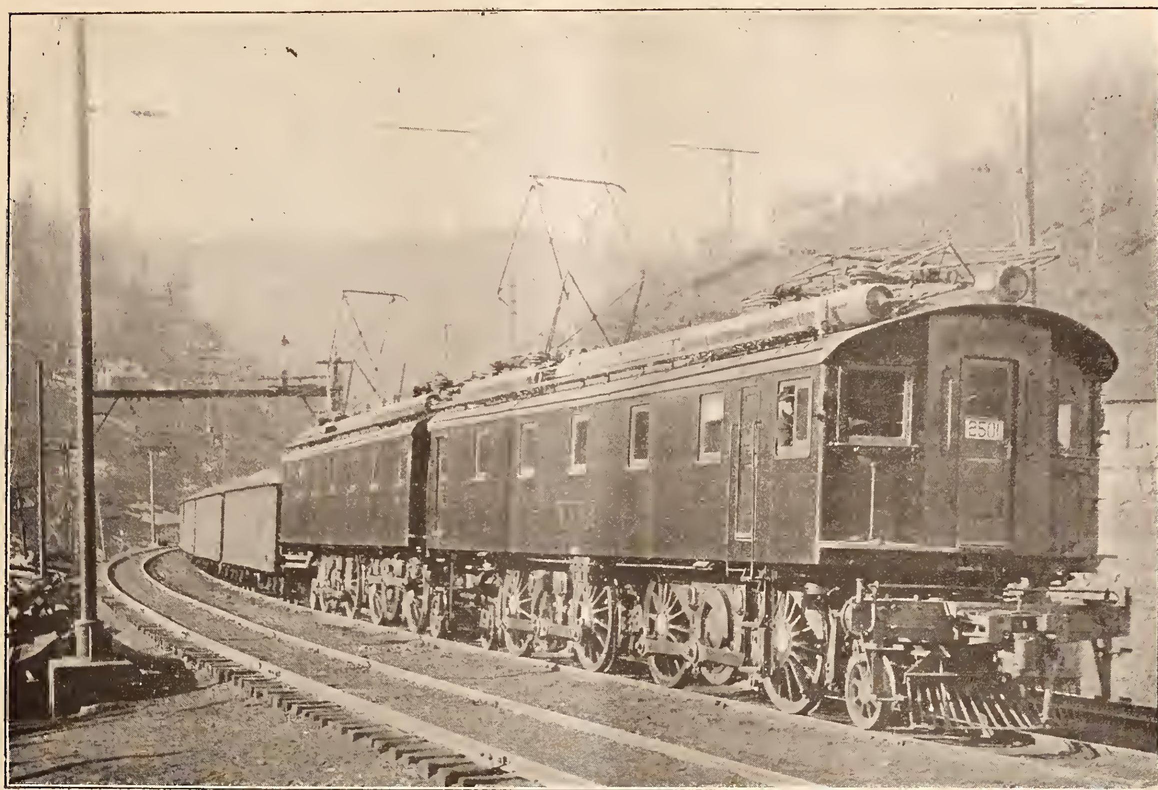


Fig. 3. — Locomotive électrique couplée à un train de marchandises.

remorqués sur la rampe par 3 locomotives à vapeur; deux d'entre elles, placées à l'avant, une locomotive de route et une machine de renfort, étaient utilisées sur la totalité de la section; la troisième locomotive était placée comme renfort à l'arrière, sur les rampes de 15 et 20 m/m, et séparée du train une fois la rampe franchie. Ces machines, du type Mallet, très puissantes, étaient munies de surchauffeurs et d'appareils automatiques pour l'alimentation du foyer. Avec la traction électrique, une seule locomotive de route est nécessaire, sauf sur les rampes où l'on attelle comme renfort une seconde machine à l'arrière du train.

Il en résulte que, sur la section électrifiée, *une locomotive électrique remplace deux locomotives à vapeur* et, sur les rampes, deux locomotives électriques remplacent trois locomotives à vapeur.

On a pu remorquer un train de 4.300 tonnes avec 3 machines électriques dont deux agissant comme machines de refoulement à l'arrière du train.

Sur la section de 14,4 kilomètres, comprise entre Cooper et Graham, où la rampe maxima est de 4 m/m, la plus grande partie du parcours étant en palier, la vitesse des locomotives atteint 45 kilomètres environ.

En plus des avantages directs et des économies qu'elle procure pour la traction des trains, l'énergie électrique est utilisée pour le fonctionnement de diverses installations dans les environs. Ainsi, à Bluestone, une grande usine élévatoire à vapeur pour l'alimentation des locomotives à vapeur a été arrêtée et l'alimentation assurée par la station électrique établie à côté. De même les ventilateurs du tunnel de l'Elkhorn sont actuellement actionnés par des moteurs électriques. L'énergie électrique doit être utilisée à Bluefield et dans les autres points de la section pour actionner les ateliers et les pompes.

Choix du système de traction électrique.

La ligne d'alimentation transporte du courant monophasé, lequel est transformé sur la locomotive en courant triphasé au moyen d'un convertisseur de phases.

Les raisons qui ont déterminé les ingénieurs du Norfolk à adopter le système mono triphasé sont les suivantes.

1° Etant donné les très grosses puissances mises en jeu, le courant continu aurait nécessité l'emploi de conducteurs de très forte section. Au moment de la discussion, on ne prévoyait pas encore l'emploi du courant continu 3000 volts.

2° On désirait appliquer la récupération, ce qui excluait à cette époque l'emploi de moteurs monophasés.

3° Le système triphasé, exigeant trois conducteurs, dont deux au moins aériens, pour l'alimentation des locomotives, aurait entraîné de trop grandes complications dans les aiguillages et les voies de garage.

Le système monotriphasé a donc été choisi parce qu'il *semblait* devoir remplir les conditions imposées en permettant: 1° d'adopter une ligne d'alimentation à haute tension ; 2° de réaliser une vitesse constante ; 3° d'appliquer le principe de la récupération.

Locomotives monotriphasées.

Chaque locomotive Baldwin-Westinghouse se compose de deux demi-machines absolument identiques, disposition fréquemment adoptée aux États-Unis.

Chaque demi-locomoteur comporte deux trucks principaux reliés par une cheville d'articulation, type Mallet. Chaque truck principal comporte deux essieux moteurs placés dans l'empattement rigide et un essieu porteur articulé. La demi-machine est donc du type 2-4-4-2.

Chaque truck est équipé avec deux moteurs asynchrones triphasés jumelés attaquant par engrenages, avec roue élastique, un faux essieu placé au milieu des essieux moteurs. La transmission aux essieux moteurs se fait au moyen de bielles d'accouplement horizontales.

Ces moteurs sont du type d'induction triphasé, avec rotor bobiné. Les enroulements du stator sont disposés de façon à permettre leur répartition en 4 ou 8 pôles. Ces moteurs sont à ventilation forcée ; les rotors ont trois bagues de chaque côté et la mise en route se fait par rhéostat liquide.

On a prévu deux vitesses de marche : à la vitesse de 22,5 km. à l'heure, tous les moteurs sont couplés en parallèle et fonctionnent chacun avec 8 pôles ; à la vitesse de 45 km. à l'heure, les moteurs sont également couplés en parallèle, mais, sur chaque moteur, 4 pôles sont mis hors circuit. La vitesse du synchronisme est ainsi doublée ; on n'emploie donc pas le couplage en tandem.

Les puissances normales de chaque moteur sont de 410 chevaux à 22,5 km. à l'heure, et 450 chevaux à 45 km. à l'heure, les puissances en ré-



Fig. 4. — Locomotive complète.

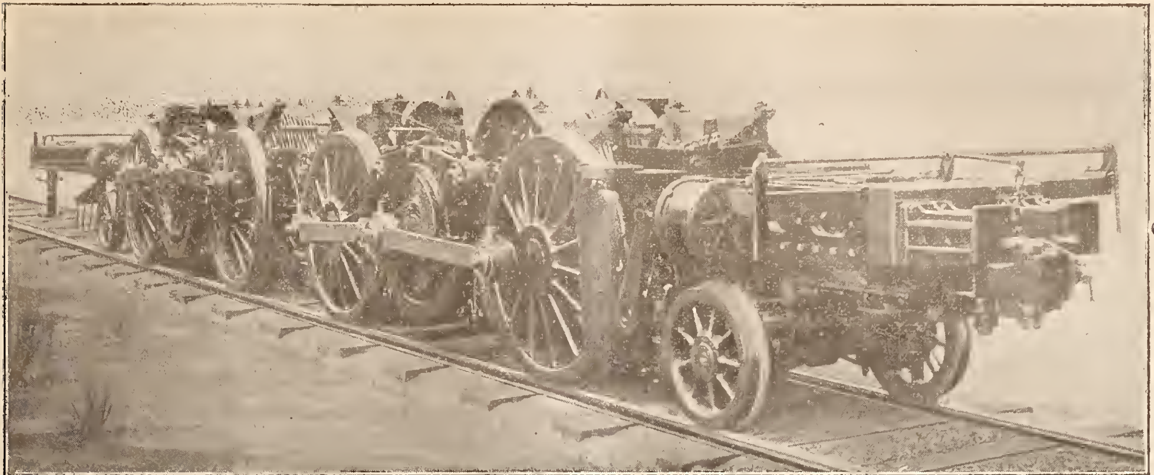


Fig. 5. — Trucks d'une demi-locomotive.

gime continu étant respectivement de 325 et de 375 chevaux.

Chaque locomotive complète possédant 8 moteurs, ses caractéristiques principales sont les suivantes :

	VITESSE DE 22,5 KM : H	VITESSE DE 45 KM : H
Puissances normales.	3.300 HP	3.600 HP
Efforts de traction normaux.........	39.500 kgs	20.000 kgs
Puissances continues	2.600 HP	3.000 HP
Efforts de traction continus..........	31.000 kgs	18.000 kgs
Puissance maxima..	5.000 HP	6.700 HP
	en rampe de 20	en rampe de 4

Le poids total est de 243 tonnes dont 198 tonnes de poids adhérent, soit 25 tonnes par essieu moteur. L'effort de traction, par locomoteur complet, est de 51.000 kilos en rampe de 10. Le wagon dynamométrique a enregistré un effort de traction maximum de 81.000 kilos, ce qui correspond au coefficient d'adhérence extrêmement élevé de 2/5.

L'équipement électrique pèse sensiblement 100 tonnes.

Le tableau suivant donne les principales dimensions du locomoteur complet.

Longueur entre tampons.............	32 m, 20
Empattement total des roues motrices.	25 m, 55
Hauteur du pantographe fermé au dessus du rail......................	4 m, 876
Hauteur maximun du rail au dessus de la caisse..........................	4 m, 495
Largeur totale maxima................	3 m, 510
Diamètre des roues motrices...........	1 m, 574
Diamètre des roues porteuses.........	0 m, 762

Convertisseur de phases.

La partie la plus originale des machines réside dans le convertisseur de phases qui transforme en courant triphasé le courant monophasé 25 périodes provenant de la ligne. Le principe de la transformation est donné dans la figure 6.

Le convertisseur est constitué par un moteur d'induction monophasé dont l'enroulement principal statorique P est branché en dérivation entre les bornes extrêmes du secondaire du transformateur monophasé du locomoteur. Le rotor de ce convertisseur est en cage d'écureuil et l'appareil est mis en route au moyen d'un petit moteur-série compensé placé en bout d'arbre.

Le stator porte un second enroulement S, placé à angle droit avec l'enroulement P, comme le serait la deuxième phase d'un moteur diphasé et cet enroulement est connecté au milieu C du secondaire du transformateur principal.

Quand le convertisseur est en route, au quasi synchronisme, le champ résultant, produit dans l'appareil par la combinaison des forces magnétomotrices de l'enroulement statorique P et du rotor est un champ tournant presque parfait, le rôle du rotor en cage d'écureuil consistant à étouffer tous les champs parasites qui ne tournent pas dans le même sens et à la même vitesse. Ce champ résultant engendre dans l'enroulement principal P une force électromotrice égale et opposée à la tension appliquée à ses bornes et dans l'enroulement supplémentaire S, à angle droit avec le

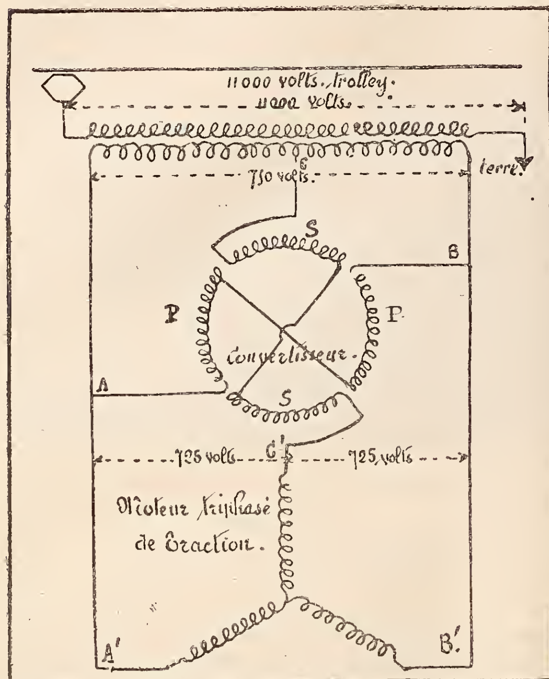


Fig. 6. — Diagramme indiquant les connexions pour le convertisseur de phases et les moteurs de traction.

premier, une force électromotrice en quadrature de phase avec la précédente. Pour obtenir entre les points A′ et C′ d'une part, B′ et C′ d'autre part, deux tensions constituant avec la tension entre A' et B', qui est la tension secondaire du transformateur, trois tensions triphasées, c'est-à-dire d'égale amplitude et décalées respectivement l'une sur l'autre d'un tiers de période, il suffit que les forces électromotrices produites dans l'enroulement S et dans l'enroulement P soient entre elles dans le rapport de la hauteur d'un triangle équîlatéral à sa base, ce qu'on réalise en adoptant un nombre convenable de spires. Finalement les points A', B' et C' constituent les trois bornes d'une distribution triphasée qui alimente les moteurs de la voiture.

Chaque demi-locomotive comporte un convertisseur de phases alimentant les deux groupes de deux moteurs. La puissance normale transformée dans chaque convertisseur n'est que de 820 chevaux, car la puissance transformée dans le convertisseur est égale à la moitié seulement de celle absorbée par les moteurs de traction, Chaque enroulement du convertisseur absorbant ou produisant cette demi-puissance, ce convertisseur doit être dimensionné comme un moteur diphasé dont la puissance serait égale à celle qui est mise en jeu dans les récepteurs.

Les locomoteurs mono-triphasés ont les caractéristiques des machines triphasées, dont ils ne diffèrent que par l'emploi d'un seul fil de contact et la présence du convertisseur, et jouissent des mêmes propriétés, au point de vue de la constance de la vitesse et de la récupération automatique au-delà de la vitesse de synchronisme. Toutefois, la présence du convertisseur entraîne une diminution du rendement et du facteur de puissance.

Dispositions diverses de la locomotive.

Une cabine de conduite est ménagée à l'une des extrémités de chaque demi-locomotive, de sorte que lorsque les deux demi-locomotives sont couplées, le service peut être assuré de chacune des extrémités de la locomotive, munie à cet effet de contacteurs pour le multiple contrôle, qui est du type électro-pneumatique Westinghouse.

Chaque demi-locomotive comporte deux pantographes montés sur le toit. La figure 7 montre l'un de ces appareils déployé. Ils sont munis de cornes terminales se repliant automatiquement lorsque le pantographe s'abaisse pour le passage dans le tunnel au gabarit restreint duquel il s'adapte de lui-même.

Le réglage de la vitesse et de la puissance absorbée est obtenu au moyen de rhéostats liquides.

Il y a un rhéostat par moteur, soit quatre sur une demi-locomotive.

Chaque rhéostat comprend essentiellement un réservoir en fonte dans lequel sont montées les électrodes constituées par des plaques métalliques reliées à la terre.

Un plongeur creux placé au centre du réservoir régularise la hauteur du liquide ; le niveau de ce dernier est élevé ou abaissé mécaniquement. Afin d'éviter un échauffement excessif, la circulation du liquide est assurée d'une façon continuelle par une pompe centrifuge actionnée par un moteur. Cette pompe prend le liquide au fond du réservoir et le refoule à la partie supérieure du plongeur creux; et de là le liquide se rend au réservoir d'alimentation.

Lorsque le niveau du liquide est tel qu'il baigne l'extrémité inférieure des plaques, le courant peut

Fig. 7. — Pantographe sur le toit de la locomotive.

circuler entre les plaques connectées au moteur et celles reliées à la terre. Les trois phases du moteur sont ainsi fermées.

A mesure que le niveau du liquide monte, la résistance diminue ; lorsque les plaques sont entièrement submergées, le rotor est mis pratiquement en court-circuit par le liquide circulant librement entre les plaques,

Bien qu'il y ait un rhéostat par moteur, les rhéostats sont manœuvrés par paire. On règle simultanément les deux moteurs d'un même truck. C'est d'ailleurs un inconvénient, car il arrive fréquemment que les charges se répartissent inégalement entre les deux moteurs. Chaque groupe de deux rhéostats jumelés comporte un réservoir d'alimentation, une pompe de circulation et un dispositif de commande électrique à distance.

Afin d'abaisser autant que possible la température du liquide circulant, une partie est dérivée à travers une tour réfrigérante comprenant une série de plaques disposées de telle sorte que le liquide s'écoule en se divisant en lames minces refroidies par l'air provenant de la conduite principale de ventilation.

Cette dernière est alimentée par un ventilateur Sirocco, calé sur l'arbre du convertisseur de phases ; elle est fixée dans le châssis, sous le plancher, et court longitudinalement à travers la caisse. Elle comporte, en différents points, des dérivations alimentant les moteurs de traction, le transformateur principal, le convertisseur et les tours réfrigérantes.

Signalons enfin que l'arbre du convertisseur porte un embrayage permettant d'actionner le compresseur d'air.

A. Tétrel,
Ingénieur Électricien E. S. E.



Les débuts dans la carrière d'ingénieur électricien.

Nous nous sommes proposé d'étudier dans une série d'articles, qui paraîtront régulièrement, différents problèmes spéciaux qui se posent chaque jour dans l'industrie électrique. Notre but est principalement de venir en aide aux jeunes ingénieurs électriciens sortant de l'Ecole et qui se trouvent souvent embarrassés dans les premières situations qu'ils occupent, parce qu'ils n'ont pas encore pu développer leur esprit d'initiative. Il est incontestable que l'Ecole vise surtout à donner aux élèves les bases nécessaires pour remplir les différents emplois auxquels ils sont destinés, mais le jeune ingénieur pourrait éviter bien des tâtonnements s'il cherchait, en poursuivant la méthode suivie à l'Ecole, à se mettre rapidement au courant des différents problèmes pratiques qui doivent se poser à lui dans l'industrie.

Il faut bien reconnaître que le métier d'ingénieur en général, et celui d'ingénieur électricien très particulièrement, est totalement différent à ce point de vue des autres métiers.

Un médecin, lorqu'il commence à exercer, met directement en pratique les divers enseignements qui lui ont été donnés, surtout l'enseignement de l'hôpital où il a appris, s'il l'a fréquenté consciencieusement, la façon rationelle de pénétrer dans l'inconnu des maladies et de faire un diagnostic. Un pharmacien est apte immédiatement à donner toute satisfaction à la clientèle le jour où il a conquis son diplôme.

L'ingénieur électricien sort de l'Ecole avec un bagage d'ensemble. Mais à son entrée dans l'industrie, il est tout de suite dérouté par les difficultés pratiques. Combien n'avons-nous pas vu de jeunes ingénieurs désorientés pour adresser, dans un bureau commercial, une lettre à un client. Que de difficultés à surmonter, que de découragements même quand le chef de service dit au jeune débutant : « Veuillez m'étudier ce poste de transformation dont les dessins devront m'être soumis dans quinze jours. » Evidemment, on a appris qu'on transformait le courant triphasé 15.000 volts en triphasé 220 volts à l'aide d'un transformateur statique. On n'ignore pas la théorie dudit transformateur, ni même la théorie de Kapp qui permet de mesurer d'une manière indirecte la chute de tension. Mieux encore, on a visité des postes de grandes usines et entendu les explications données par un ingénieur lointain et distant. On a bien entendu parler de fusibles haute tension, d'interrupteurs, de disjoncteurs à huile, etc.

Mais, malgré cela, il faut bien l'avouer, le débutant ingénieur, au sortir de l'Ecole, sera généralement incapable d'étudier un poste de transformation.

Et encore est-ce là un des problèmes les plus simples.

Voici un autre exemple plus frappant encore. Il nous est arrivé souvent de demander à une compagnie de constructions un moteur électrique à tension normale, c'est-à-dire non cataloguée, par exemple, un moteur à courant continu de 4 chevaux 220 volts, 800 tours, pour besoins d'une installation spéciale ou parce qu'on doit accoupler directement ce moteur à la machine qu'il commande.

Le débutant se borne à consulter une liste de stock et ne voit pas de moteur à 800 tours. Il décline donc la commande. Nous demandons alors : « Auriez-vous un moteur de 9 à 12 HP-440 volts — et quelle est sa vitesse ? » Il arrive souvent qu'on trouve un moteur catalogué 10 HP-440 volts tournant à une vitesse normale de 1.500 tours. Il ne reste qu'à l'utiliser en mettant les électros en parallèle, car alors il donne 4 chevaux sous 220 volts en tournant à 750 tours.

Ceci est un problème d'une simplicité enfantine et l'ingénieur consciencieux saura bien vite, au bout de quelques jours, se servir des quelques leçons facilement et rapidement acquises.

Nous avons donné cet exemple pour mettre en lumière la différence qui existe entre l'enseignement et l'application de cet enseignement, c'est-à-dire le métier.

Notre but n'est pas de donner des conseils de pratique courante et quotidienne à nos collègues avertis, mais simplement de présenter aux jeunes lecteurs quelques cas d'espèce, quelques problèmes industriels que nous avons eu à réaliser. C'est là, d'après nous, ce qui fera l'intérêt de ces articles sans prétention.

Nous avions d'abord songé à diviser nos articles en chapitres séparés. Il nous paraisssait en effet que les situations d'ingénieur, et principalement les situations débutantes, pouvaient être classées en quatre catégories :

1° Ingénieurs d'usines de construction : plateforme d'essais ;

2° Ingénieurs faisant partie de services commerciaux ;

3° Ingénieurs faisant partie de bureaux d'études, d'installations ou de projets ;

4° Ingénieurs d'usines d'exploitation.

Mais un jeune ingénieur, pour se former, doit passer par ces diverses branches de l'industrie électrique. Aussi nos études et problèmes, d'une façon générale, doivent intéresser tous les jeunes

ingénieurs et nous n'avons pas cru utile de maintenir cette classification.

Chemin faisant, nous donnerons des études d'installations pouvant intéresser non seulement les jeunes ingénieurs, mais aussi ceux qui possèdent déjà une certaine pratique.

I. Dispositif de mise en court-circuit des inducteurs dans une dynamo à courant continu.

Il est souvent utile de pouvoir court-circuiter les inducteurs d'une dynamo à courant continu, afin d'éviter les accidents qui peuvent se produire lorsqu'on coupe le circuit d'excitation. En effet, cette coupure donne naissance à un extra-courant de rupture qui est instantané ou qui dure très peu de temps, mais l'intensité prend à ce moment une valeur très élevée en raison de la grande sel-finduction des inducteurs.

Pour les dynamos à courant continu de grande puissance, il est même nécessaire de prévoir un dispositif spécial pour court-circuiter le circuit d'excitation.

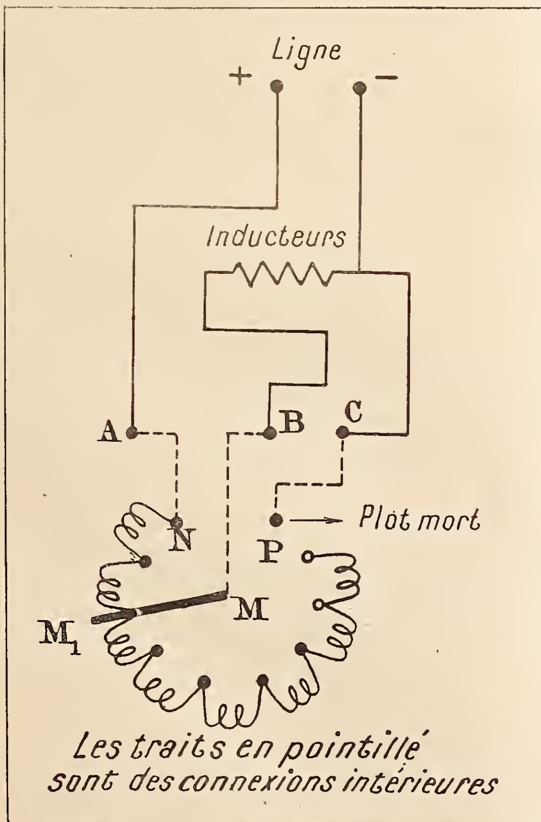


Fig. 1

Le dispositif de court-circuit est directement réalisé dans certains rhéostats d'excitation (fig. 1).

A, B, C représentent des plots fixés sur le socle du rhéostat et qui sont reliés directement par des connexions intérieures aux points N, M, P.— Quand la manette MM, vient en contact avec le plot mort P, les inducteurs sont en court-circuit.

Ce dispositif breveté était réalisé sur les rhéostats d'excitation de l'A. E. G. (Allgemeine Eleck-tricitæts Gesellschaft). Mais le dispositif de court-circuitage peut être obtenu par un montage approprié et avec un rhéostat d'excitation ordinaire tel qu'il est livré en général par les constructeurs.

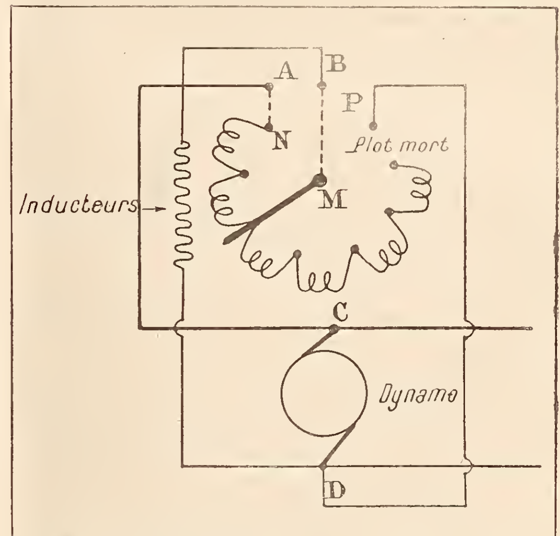


Fig. 2.

Ce rhéostat porte en général deux bornes A et B. Une borne est reliée à la résistance en N et la deuxième à la manette en M AN et BM sont alors des connexions intérieures. Il suffit alors de relier le plot mort P à une des bornes d'induit D et la borne A à l'autre borne d'induit C. Les inducteurs sont connectés en B et D.

Lorsque la manette est ramenée sur le plot mort. on obtient le même résultat que précédemment.

Nous conseillons aux jeunes ingénieurs de toujours utiliser ce montage même dans le cas de génératrices de faible puissance. Il ne demande pour sa réalisation que quelques mètres de fil isolé de plus que le montage ordinaire qui consiste à intercaler simplement le rhéostat d'excitatiou dans le circuit des inducteurs.

Léon DEPIERRIS,

Ingénieur E. S. E., ancien professeur d'essais de machines à l'école Bréguet.

L'électricité pendant la grande guerre.

POUR REPÉRER DES EXPLOSIONS

La grande guerre a mis en œuvre toutes les forces de la nation. La science s'est adaptée aux circonstances et l'office des inventions a reçu toutes sortes de propositions, bonnes ou mauvaises.
Voici un projet présenté dès le début de la guerre :

La grande guerre a mis en œuvre toutes les forces de la nation. La science s'est adaptée aux circonstances et l'office des inventions a reçu toutes sortes de propositions, bonnes ou mauvaises.

Voici un projet présenté dès le début de la guerre.

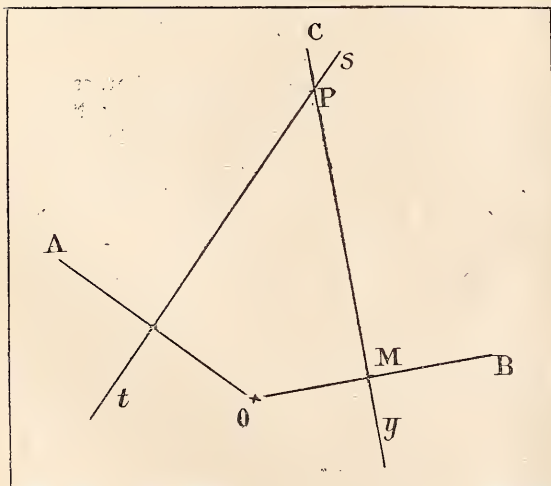
Un procédé basé sur l'emploi *simultané* de plusieurs postes *téléphoniques* permettrait de déterminer l'emplacement des pièces d'artillerie, spécialement des pièces à longue portée, et pourrait servir à trouver le lieu d'une explosion ou même d'un bruit quelconque.

Ce procédé peut donner couramment des indications pratiques sans calculs ; mais il peut aussi être appliqué scientifiquement, avec des instruments de précision et donner des réusltats mathématiques comme une véritable *triangulation* avec des calculs trigonométriques.

Le procédé simple est à la portée du premier venu et le matériel peut en être improvisé presque partout.

Un seul expérimentateur peut, au moyen du *téléphone*, entendre la même explosion de plusieurs endroits plus ou moins éloignés, juger les différences de temps et apprécier ensuite la direction et la dis ance de l'explos on et du bruit remarqués.

Par exemple, un observateur placé en O est

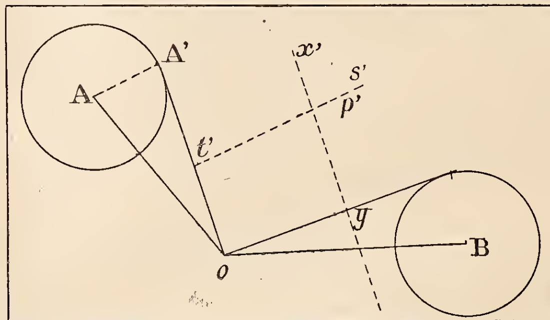


relié aux téléphones situés en A et B ; s'il entend directement l'explosion en même temps que son téléphone B, il est élémentaire que le lieu de l'explosion se trouve à égale distance de O et de B, c'est-à-dire sur la perpendiculaire C y élevée au point M au milieu de O B.

De même une réception simultanée de A et de O donnerait S T perpendiculaire au milieu de A O comme direction de l'explosion qui se trouvait ainsi déterminée au point P, intersection des deux lignes C Y et S T.

Pour des réceptions différentielles (connaissant la vitesse du son de 320 m. à la seconde) il est très facile encore de déterminer les deux directions.

Par exemple si le récepteur B a entendu l'explosion n secondes après l'oreille O, il est clair que ce point B′ est plus éloigné de l'explosion que le point O d'une distance de $320^{m} \times n$ et le point qui aurait entendu l'explosion en même temps que O′ se trouverait en avant de B sur une circonférence de rayon $320^{m} \times n$, et il est effectivement situé en B′



sur la tangente O B à ce cercle et c'est la perpendiculaire X′ Y′ au milieu de O B′ qui donne la direction certaine de l'explosion.

Un calcul analogue pour une réception différentielle en A donnera une autre direction s' t' déterminant le po nt p'.

A noter que le calcul de la différence directe de A et B donnerait une 3e ligne directrice qui devrait concourir au même point P' et servirait de contrôle.

Ces calculs pourraient se faire avec précision suivant les résolutions trigonométriques avec l'aide de logarithmes en remarquant que les bases O B′ et O A′ sont des tangentes d'angles dont les rayons 320 n sont les sinus, etc...

Mais on aurait une approximation immédiate déjà très grande par des moyens *tachymétriques* adaptés aux cartes ou plans dont on dispose, et réglés suivant les bases.

On peut encore se servir comme moyen de calcul

(ou de contrôle) de la réception différentielle du son par l'air et par le sol (vitesse du son dans le sol = 1.280^{m} environ) après avoir expérimenté la vitesse du son dans le sol où l'on se trouve. Un tube acoustique et un *récipient de résonance* pourront suffire.

Par exemple, il est élémentaire de trouver la distance d'une explosion qui aura été entendue en O par le sol *n* secondes avant le son direct.

Par le sol le son est venu en A secondes tandis que par l'air il est venu en N A secondes.

D'une façon approximative, si la vitesse du son dans le sol est 4 fois la vitesse du son dans l'air, la différence de temps pour les deux arrivées du son représente 3 fois le temps employé par le son pour venir par le sol. Par exemple, dans le cas de 12 secondes de différence le temps serait 1" et la distance 1280 × 4 = 5.120^{m}.

Une même observation, dans un autre endroit, donnerait également la distance de l'explosion à cet endroit, etc...; les deux données détermineraient le point cherché.

Il est à remarquer que ce calcul des deux trajets d'un son qui serait suffisant en lui-même (mais nécessiterait deux observateurs différents) pourrait toujours servir de contrôle à la méthode des triangulations et chacun des procédés pourraient servir de réglage à l'autre.

Une méthode scientifique pourrait employer des enregistreurs de précision, comptant par exemple les différences de temps au diapason, mais nécessiterait des dispositifs d'avertisseurs pour observer isolément tel ou tel son.

L'expérimentation directe par un seul *observateur* donnerait le plus souvent ces indications suffisantes beaucoup plus faciles, même dans le cas de *bruits multiples* ; car avec de l'expérience l'expérimentateur pourrait porter son attention uniquement sur l'explosion qu'il saurait différencier des autres, l'écoutant à la fois directement et dans le téléphone, la retrouvant par intervalles avec tel rythme ou observant un certain groupe de bruits.

La même méthode pourrait servir à repérer des bruits moins violents que les explosions : il suffirait d'employer des transmetteurs téléphoniques plus sensibles, des microphones à contact comme ceux très connus sous le nom vulgaire « d'espions » et une même triangulation acoustique pourrait préciser l'emplacement des travaux de sapes (vitesse du son dans le sol).

Les résultats seront d'autant plus précis que les bases employées seront plus grandes et plus à proximité du bruit ; comme les extrémités de ces bases ne sont constituées que par des petits instruments (microphones ou téléphones) assez robustes, il est possible de les faire porter à demeure, tout près des lignes ennemies par divers artifices en commençant par le classique cerf-volant.

Des observateurs non instruits pourraient se servir des *localisateurs* (dont un modèle était joint à la note) formés d'une *équerre graduée* à partir du sommet, et d'un *curseur* perpendiculaire qui peut donner un repérage automatique sur la carte.

Il peut être gradué en millimètres ou gradué spécialement suivant la carte ou le plan employés.

Par exemple sur la carte au 1/20.000 chaque millimètre de la branche des bases représentant 20 mètres ; sur la branche des temps une seconde est représentée par $\frac{320^{m}}{20.000} = 16$ millimètres qu'on peut diviser en quarts. Sur la carte au 1/80.000 les indications sont naturellement 4 fois plus petites et l'observation plus difficile, à moins d'employer de grandes bases. Pour l'usage, après avoir apprécié la différence de temps, placer le localisateur sur la carte où sont marqués exactement les emplacements de l'observateur et de ses postes téléphoniques, mettre la graduation du temps sur le poste téléphonique, faire passer la base par le poste observateur, lire la longueur de cette base à partir du sommet et placer le curseur sur le milieu de cette base, il donne une direction.

Même opération pour le second poste téléphonique qui donne la seconde direction déterminante du point.

(Ces opérations peuvent se faire sur un transparent au-dessus de la carte).

***

Après des études de savants ou des essais d'inventeurs multiples, les constructeurs ont mis au point des appareils de toutes sortes dans lesquels l'électricité jouait le rôle principal.

La sensibilité des *microphones*, et l'instantanéité de la transmission électrique ont été mises à profit aussi bien dans la lutte contre les sous-marins que dans le repérage des travaux de sapes ou de mines ; d'autres appareils électriques ont été utilisés pour lutter contre le tir des *Berthas*, ou pour trouver dans la nuit le parcours des gothas.

F. Gibon.

P. S. — Maintenant que la guerre est finie, la discrétion imposée par la souci de la Défense nationale va devenir sans objet.

On a déjà publié des ouvrages : *Les applications de la physique de la Grande Guerre*. Ce journal sera heureux de publier les documents que l'on voudrait bien lui communiquer sur « *Les Applications de l'Électricité pendant la Grande Guerre* ».

(*L'Électricien.*)

Pratique de la télégraphie sans fil.

Un nouveau relai renforçateur.

Le dispositif de *relais-renforçateur*, de l'abbé Tauleigne, construit par Roger, se prête à de nombreux usages et en particulier est applicable à tous les postes récepteurs de télégraphie ou de téléhponie sans fil sans qu'il soit nécessaire d'apporter à ceux-ci aucune modification, quel que soit le système employé.

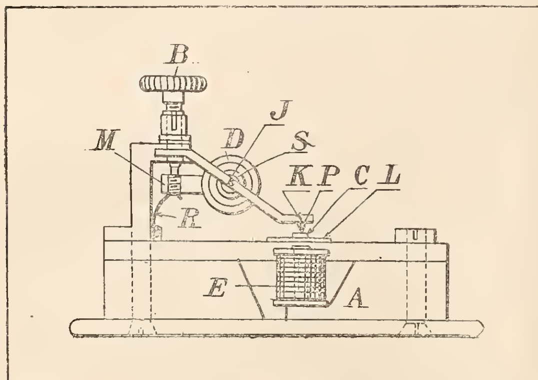


Fig. 1.

Il a pour effet :

1° De rendre perceptibles des sons qu'il serait impossible d'entendre dans un téléphone ordinaire par les procédés habituellement employés ;

2° De rendre plus facilement perceptibles des sons qui ne pourraient être traduits fidèlement;

3° De renforcer avec intensité, de manière à pouvoir les faire entendre à distance, des sons qui ne pourraient être perçus qu'en plaçant le téléphone à l'oreille.

Enfin le même dispositif peut être appliqué avec succès pour l'enregistrement graphique des signaux sur papier.

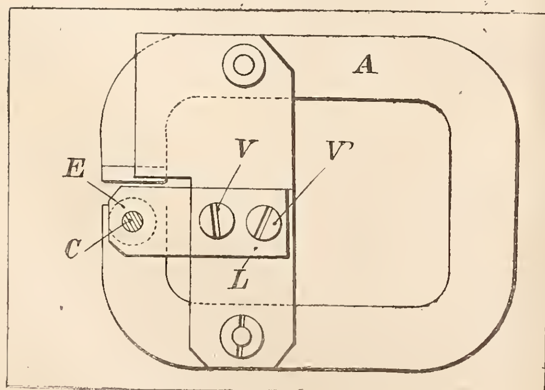


Fig. 2

Description. — Le système est basé sur le dispositif déjà connu consistant à utiliser les faibles déplacements d'une lame vibrante formant l'armature d'un électro-aimant pour actionner un contact microphonique faisant partie d'un circuit local comprenant une pile et un récepteur téléphonique approprié.

Tous les organes ont été déterminés afin de réaliser un dispositif d'une remarquable sensibilité, d'un réglage facile et d'une régularité de fonctionnement permettant de faire de l'appareil un usage pratique dans toutes les applications de la télégraphie sans fil.

Les figures 1 et 2 représentent l'ensemble du dispositif constituant le relai-renforçateur. La figure 3 représente le détail de l'armature vibrante supportant le contact microphonique.

L'électro-aimant E du relais se substitue au récepteur téléphonique ordinaire du poste de réception, comme l'indique le schéma de la figure 4.

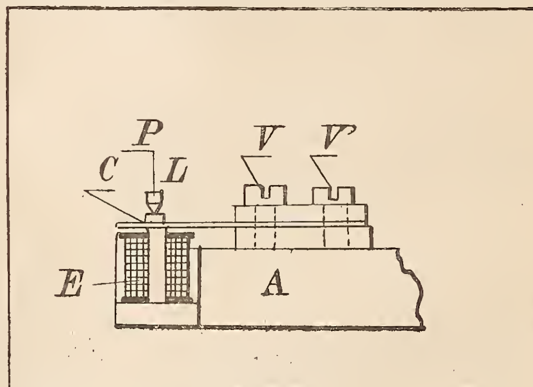


Fig. 3.

L'électro-aimant est monté sur l'une des extrémités polaires d'un aimant permanent A (fig. 1, 2 et 3). Une lame vibrante L est fixée très rigidement à très faible distance en regard du noyau de la bobine E et porte à son extrémité flexible un petit bloc de charbon C.

Une pointe P de la même matière vient reposer très légèrement sur la surface du premier charbon. Lorsque l'appareil est convenablement réglé, les plus faibles variations de magnétisme produites dans la bobine E se traduisent par des déplacements correspondants de la lame vibrante E, et produisent de fortes variations de résistance dans les contacts microphoniques C P. Il en résulte de grandes variations d'intensité de courant dans le circuit

de la pile H (fig. 4) et des téléphones écouteurs G (fig. 4) à réglage.

La résistance et la self de ces téléphones ainsi que les dimensions de leurs organes ont été déterminées pour réaliser la plus grande régularité de fonctionnement de l'ensemble du système. Une petite vis de réglage à l'extérieur du boîtier des téléphones permet d'amener à la distance la plus convenable les noyaux de fer des électros par rapport à la membrane vibrante.

L'appareil étant souvent destiné à être employé sur un poste mobile sujet à des variations d'inclinaison ou à des changements de vitesse, de déplacement, par exemple à bord des navires, des aéroplanes, il devient nécessaire de le soustraire aux influences qui pourraient agir sur son réglage. C'est pourquoi la pièce portant le contact supérieur de charbon au moyen de laquelle s'effectue le réglage doit être parfaitement équilibrée de façon que l'appareil puisse fonctionner dans toute sa sensibilité, dans toutes les positions, et en outre, ne soit pas influencée par les changements brusques de vitesse.

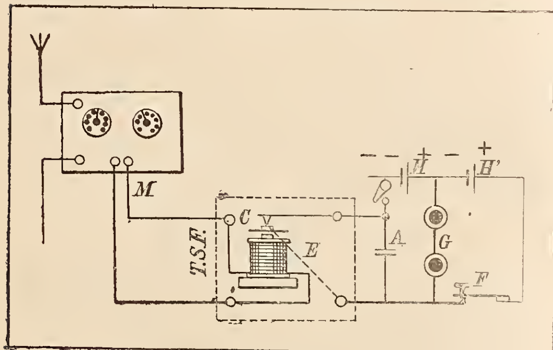


Fig. 4.

Le contact en charbon P (fig. 1) est monté à l'extrémité d'un petit bras de levier très léger K parfaitement équilibré au moyen d'une pièce rigoureusement semblable placée symétriquement par rapport à la première. Cette partie mobile est montée pour pouvoir tourner très librement entre deux pivots très fins J. Un ressort en spirale S ou en hélice relie cette pièce mobile à une pièce D formant centre et portant une raquette H sur laquelle on peut agir au moyen d'un bouton de réglage B. Un ressort antagoniste M amène la pièce en arrière lorsqu'on desserre le bouton B. La course de ce bouton est limitée par une butée afin d'éviter toute fausse manœuvre.

Pour supprimer tout déplacement latéral possible de l'axe mobile portant le levier de contact, ce qui pourrait occasionner des bruits parasites nuisant à la bonne réception des signaux, cet axe se termine en pointe à ses deux extrémités et pivote dans les trous percés en bout des deux vis X et X′ (fig. 5).

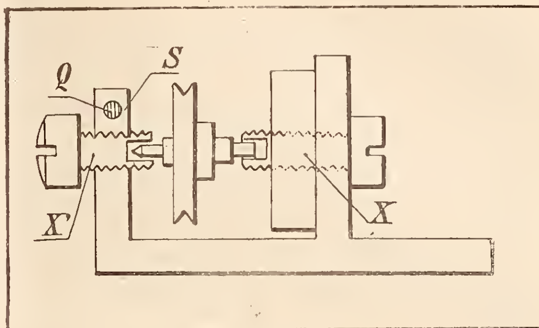


Fig. 5.

L'une de ces vis X est fixe et l'autre X′ doit être réglée de telle sorte que la pointe de l'axe se présente presque toujours au contact du fond du trou de cette vis. Le jeu latéral peut ainsi être laissé aussi faible que possible. Cette vis est ensuite bloquée au moyen d'une autre vis Q agissant sur une pince de serrage S.

La lame vibrante L (fig. 3) est solidement pincée par une de ses extrémités entre deux plaques métalliques. La plaque inférieure est légèrement taillée en dos d'âne sur une de ces faces, de sorte qu'en agissant sur les vis de serrage V et V′ (fig. 2 et 3) il est possible de régler la distance entre les noyaux de l'électro et la lame vibrante pour l'amener à la valeur correspondant au maximum de sensibilité et empêcher le collage sur l'électro.

Une étude très approfondie du contact électrique charbon-charbon a amené à reconnaître que pour obtenir le plus rapidement possible l'état stable de grande sensibilité, il était avantageux de disposer au voisinage de l'appareil une clé de contact permettant de lancer pendant un instant très court un courant assez fort dans le circuit des contacts.

Ce courant produit alors un effet d'amorçage qui amène aussitôt le microphone à l'état convenable. Cet état se conserve fort bien ensuite ; mais dans le cas où la sensibilité viendrait à diminuer, un nouvel amorçage la ramènerait aussitôt à sa bonne valeur.

La figure 4 montre cette disposition ; une clé de contact F, montée sur un des côtés de la boîte renfermant l'appareil forme le circuit de la pile locale H′ qui influence des contacts C P (fig. 1).

Dans le cas de réception de signaux puissants, les fortes vibrations de la lame vibrante produisent souvent le désamorçage des contacts. On remédie à cet inconvénient en branchant un petit condensateur A (fig. 4) d'une capacité de 0,5 M. F. en

dérivation sur les contacts C du relais. Ce condensateur ne nuit en rien d'ailleurs à la réception des signaux faibles et peut aisément être logé dans le socle de l'appareil.

Un interrupteur à manette I (fig. 4) monté au voisinage de cette clé permet de couper le courant de la pile H.

MISE EN SERVICE DE L'APPAREIL

Le contact microphonique du relais-renforçateur, par suite de sa très grande sensibilité, est fortement influencé par les trépidations qui peuvent se communiquer au support et par les vibrations sonores et les bruits extérieurs. Des dispositions toutes spéciales ont été réalisées pour le soustraire à ces influences.

Afin de ne pas annuler l'effet amortisseur de ces bandes de caoutchouc, tous les conducteurs extérieurs reliés aux bornes de la boîte devront être constitués en fils fins souples. La boîte porte à l'extérieur une série de bornes : les bornes marquées T. S. F. (fig. 4) sont reliées aux bornes M du poste récepteur de télégraphie sans fil, à la place du cordon téléphonique habituel. Une bonne disposition consiste à monter un commutateur à deux directions permettant de passer à volonté du dispositif de réception ordinaire au système de réception renforcée. Les deux paires de bornes marquées + et — doivent être reliées respectivement aux pôles correspondants des deux éléments de pile H et H' d'une force électromotrice ne dépassant pas 1 volt 5.

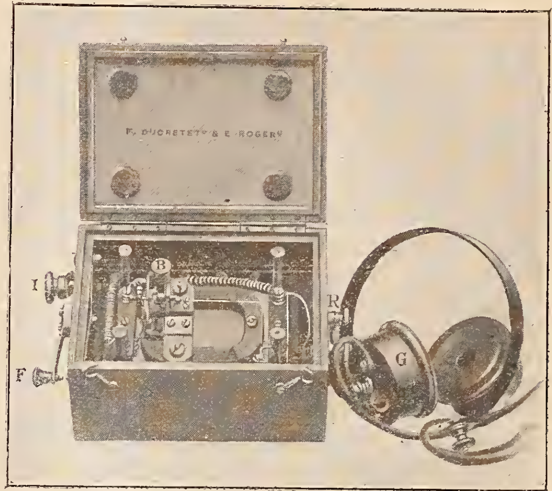
Les deux bornes marquées P sur la boîte reçoivent le cordon du casque écouteur comprenant *deux téléphones à réglage* de 50 ohms, chacun monté en série. Afin de conserver aux téléphones tout leur magnétisme et pour ne pas avoir à modifier leur réglage il est nécessaire de bien observer le sens de la polarité indiquée au-dessus des bornes. A cet effet les deux cordons d'attache du casque téléphonique sont munis de cosses présentant des fontes de largeurs différentes dont l'une est marquée du signe +.

Dans le cas d'emploi de deux casques téléphoniques il est préférable de les monter en dérivation.

REGLAGE DES RECEPTEURS TELEPHONIQUES

Chaque récepteur est livré parfaitement réglé. Toutefois, si ce réglage venait à se modifier il est possible d'y remédier en opérant de la manière suivante :

Il faut d'abord s'assurer que le couvercle d'ébonite est bien vissé à fond, chaque récepteur comporte une vis de réglage ayant pour effet de modifier la distance entre les noyaux de fer des bobines et la membrane. Pour effectuer ce réglage on engage l'extrémité d'un tournevis dans la fente de la vis logée dans l'épaisseur et sur le côté du boîtier. En desserrant la vis on rapproche les noyaux de l'électro vers la membrane et on peut les amener jusqu'au contact, ce que l'on reconnaît aisément en frappant légèrement avec le doigt sur la membrane, le son qui doit toujours rester creux devenant subitement très sec. Il faut alors serrer un peu la vis pour produire un faible écart correspondant au maximum de sensibilité du récepteur.



Ensemble de l'appareil.

REGLAGE DU CONTACT

L'appareil ne comporte qu'un seul réglage qui s'effectue très facilement au moyen de l'unique bouton B (fig. 1).

Pour effectuer ce réglage on procède de la manière suivante : Après avoir formé le circuit de la pile H en plaçant sur contact l'interrupteur I (fig. 4) le levier porte-charbon K étant suffisamment relevé pour supprimer tout contact entre C et P, on fixe les téléphones aux oreilles puis on desserre progressivement et très lentement le bouton B jusqu'à ce qu'on perçoive le passage du courant au moment précis où le contact s'établit. En appuyant alors sur la clé de contact F on perçoit un bruit sec ou un soufflement continu, ce bruit doit cesser aussitôt que la clé est relevée.

Si un sifflement persiste encore après avoir relevé la clé F, c'est l'indice que la sensibilité est trop grande, il faut alors augmenter un peu le serrage des contacts en continuant d'agir sur le bouton B. Le réglage ainsi effectué se conserve fort bien et l'on peut alors fermer la boîte pour soustraire l'appareil aux bruits extérieurs.

François MARIN.

La mission française en Amérique.

(Extrait de son rapport sommaire [1].)

3°. — **Renseignements principaux recueillis au cours de la mission.**

Indépendamment du rôle général de la mission, consistant à recueillir tous documents utiles sur l'électrification des chemins de fer et sur la distribution de l'énergie électrique à haute tension, le but principal de cette mission était de rechercher en totalisant les renseignements fournis par l'étude des chemins de fer électriques suisses et italiens, d'une part, et américains d'autre part, s'il existait un système de traction électrique pour grandes lignes nettement supérieur aux autres et susceptible d'être adopté, à l'exclusion des autres, par toutes les différentes compagnies intéressées, pour les électrifications projetées dans le centre et le sud de la France.

Des quatre systèmes de traction électrique de grandes lignes, actuellement en fonctionnement dans le monde, savoir : *monophasé, triphasé, monotriphasé* et *continu à haute tension*, le *triphasé* avait pu déjà être étudié en détail en Italie où il est employé en grand, tandis qu'il n'est utilisé d'une façon appréciable en aucune autre contrée, et le *monophasé* avait été examiné également en fonctionnement en France sur les Chemins de fer du Midi et en Suisse à la compagnie du Lœtschberg, et, en projet, près des Chemins de fer fédéraux suisses qui ont adopté ce système pour l'électrification progressive de tout leur réseau, électrification actuellement à l'étude et même en cours d'exécution pour le chemin de fer du Gothard.

Seuls, le *monotriphasé* et le *continu à haute tension* n'existent qu'en Amérique et devaient faire l'objet principal des travaux de la mission. En même temps, l'examen des installations américaines en monophasé (à 25 p : s, alors que les installations analogues françaises sont à 16 p : s) permettraient de compléter l'étude du monophasé.

Les renseignements de toute nature recueillis en Amérique feront l'objet d'un rapport détaillé de M. Mauduit, rapport qui sera terminé au courant de ce mois et sera soumis à la sous-commission technique dès le début d'octobre, pour servir de base à la discussion d'une proposition tendant à faire choix d'un système de traction unique pour les différentes compagnies suivant une formule à établir par cette sous-commission avec approbation du Comité tout entier.

Le but de ce compte-rendu sommaire est de donner seulement les résultats les plus importants et les impressions principales qui se dégagent de l'expérience américaine, avec les conclusions personnelles du rapporteur : les documents ont été recueillis par tous les membres de la mission tantôt simultanément, tantôt séparément, mais les opinions émises dans cette note, bien qu'elles soient en général l'écho des impressions générales de la mission, sont des opinions personnelles et n'engagent que le rapporteur, tant qu'elles n'auront pas été approuvées par la sous-commission technique, en présence de tous les membres de la mission, appelés devant cette Commisssion pour les compléter et les discuter.

4°. — **Electrification en monophasé.**

Les principales lignes équipées en monophasé (à 25 p : s et 11.000 volts) sont les New-York, New-Haven and Hartford Railroad et le Pensylvania Railroad (Philadelphie à Paoli). Bien que ces lignes soient des lignes de banlieue, elles sont intéressantes à étudier, parce que le système de traction employé est applicable aux grandes lignes et analogue à celui du Midi français, sauf la fréquence ; 25 p : s au lieu de 16.

New-York, New-Haven and Hartford Railroad (102 kilomètres de route électrifiée). — L'électrification de ce réseau a été déterminée par l'ordre de l'Etat de New-York; elle comprend une partie en courant continu à 600 volts avec troisième rail renversé, sur un tronçon commun avec le New-York Central Railroad, au départ de New-York.

Sa partie extérieure est en monophasé à 11.000 v., avec fil aérien de contact. La nécessité de fonctionner soit en continu 600 volts, soit en monophasé 11.000 v., complique beaucoup l'équipement des locomotives qui doivent pénétrer dans la ville de New-York.

Le trafic est important et le fonctionnement technique convenable, après qu'on a eu à surmonter beaucoup de difficultés dans les premières années. Ces difficultés ont surtout consisté dans la lutte contre les accidents dus aux courts-circuits survenant fréquemment sur la ligne de contact ou sur les feeders d'alimentation, et contre les perturbations provoquées dans les lignes télégraphiques et téléphoniques voisines, appartenant, soit au réseau, soit à des compagnies différentes.

On est arrivé à résoudre les problèmes ainsi posés, mais au prix d'organisations complexes, délicates et onéreuses d'installation et d'entretien.

(1) V. *Electricien* du 15 septembre 1919.

Les lignes téléphoniques ont été mises en câbles sous plomb et enterrées ; la distribution du courant a été faite sous 22.000 volts, au moyen de 30 autotransformateurs-compensateurs répartis sur les 102 kilomètres de route, pour diminuer la chute de tension trop élevée dans les lignes, et réduire les influences sur les lignes télégraphiques et téléphoniques : ce dispositif remplace les transformateurs-suceurs du Midi français, avec l'avantage supplémentaire de la réduction de la chute de tension.

Le parc comprend 103 locomotives et 26 automotrices ; les frais d'entretien sont relativement élevés et le personnel des ateliers de réparation assez nombreux.

Les moteurs monophasés sont délicats et demandent une surveillance du collecteur assez soignée.

Pensylvania Railroad (lignes de Philadelphie à Paoli, 32 kilomètres à 4 voies, et de North Philadelphia à Chesnut Hill, 20 kilomètres à 2 voies). — Le parc ne comprend que des automotrices, pas de locomotives, et le service est du type banlieue à gros trafic.

Le fonctionnement technique est bon; les moteurs n'étant pas assujettis à fonctionner à la fois sur courant continu et courant monophasé, sont d'un type plus moderne, avec meilleure commutation ;

Des précautions spéciales sont prises contre les courts-circuits et la lutte contre les influences sur les lignes télégraphiques et téléphoniques a été résolue d'une façon suffisante par la mise de ces lignes en câbles sous plomb enterrés, l'emploi de transformateurs d'alimentation rapprochés (5 pour 52 kilomètres de route) et de transformateurs-suceurs intercalés dans la voie à des distances très courtes en certains endroits (de l'ordre du kilomètre).

En marche normale, le fonctionnement des lignes de signalisation est suffisant, mais les courts-circuits, assez rares d'ailleurs, produisent des perturbations importantes : un dispositif enregistreur très intéressant, branché sur un fil-témoin placé dans un câble, permet de contrôler à chaque moment la tension perturbatrice ensuite dans les lignes télégraphiques et téléphoniques.

Les installations de traction américaine en courant monophasé, spécialement à cause de la fréquence élevée adoptée (25 p : s au lieu de 16 p : s en Europe), fréquence qui a été imposée par les conditions locales pour utiliser directement les nombreux réseaux de distribution à cette fréquence, et de l'emploi de moteurs souvent un peu moins bons que ceux que nous avons rencontrés au Midi et en Suisse représentent un stade plutôt moins perfectionné que les installations similaires d'Europe.

Toutefois, la lutte contre les perturbations dans les lignes téléphoniques et télégraphiques y a été poussée à un degré de perfection considérable, et il y aurait certainement lieu d'en tenir le plus grand compte, si l'on adoptait en France ce système de traction. D'autre part, les lignes de contact à suspension caténaire sont d'une exécution remarquable.

Si nous totalisons maintenant l'expérience de France, de Suisse et d'Amérique, nous sommes amenés à conclure que le système monophasé est loin d'être au point et présente encore un certain nombre de problèmes, insuffisamment résolus dans la pratique actuelle, notamment la réalisation d'un moteur susceptible de rester suffisamment longtemps sous courant sans tourner, pour pouvoir démarrer des trains lourds dans des rampes importantes, et celle du freinage électrique avec récupération.

De plus, il conduit à des complications importantes pour la protection des circuits téléphoniques voisins, ce qui augmente notablement les frais d'installation qui, sans cette considération, seraient inférieurs nettement à ceux qu'occasionnent les systèmes triphasé et continu à haute tension.

Les dépenses d'entretien du matériel tracteur se sont toujours montrées plus élevées que dans ces deux systèmes, et les moteurs sont moins robustes et susceptibles de moindres surcharges.

5°. — Electrification en monotriphasé.

Dans le système *monotriphasé*, que les Américains appellent *splitphase*, le courant est fourni au fil de contact, unique comme dans le monophasé avec retour par les rails, sous forme *monophasée*, mais il est transformé sur la locomotive, au moyen d'un convertisseur spécial en *courants triphasés*, et les moteurs, utilisés sur cette dernière, sont des *moteurs d'induction triphasés*.

Le but de cette disposition est de profiter à la fois du fil de contact unique du système monophasé (alors que le triphasé italien nécessite deux fils de contact aériens, en plus du rail servant de retour) et du moteur d'induction triphasé, robuste et économique, susceptible de rester sous courant sans tourner pendant plusieurs minutes et d'assurer ainsi le démarrage des trains les plus lourds, ce qu'on n'a pu jusqu'ici obtenir avec le moteur monophasé ordinaire à collecteur.

Il n'existe à l'heure actuelle qu'une ligne fonctionnant avec ce système : c'est la ligne de Bluefield à Vivian, du Norfolk and Western Railway, dans les montagnes Apalachiennes, en Virginie et Ouest-Virginie, sur une longueur de 48 kilomètres, avec voie double ou triple, nombreuses courbes et rampes atteignant 20 mm : m.

Une locomotive électrique y remorque des trains de 3.000 tonnes, principalement chargés de charbon, à la vitesse de 22,5 kilomètres : h. avec une machine de renfort en queue, pour les rampes dépassant 15 mm : m.

Ces locomotives sont souples et robustes, mais leur fonctionnement présente divers défauts mécaniques et électriques qui n'ont pas pu être corrigés jusqu'ici d'une façon suffisante et font que cette installation ne peut être considérée encore que comme en période d'essai et que les dépenses d'entretien du matériel tracteur sont plus élevées que dans les autres systèmes.

Au point de vue mécanique, la transmission du mouvement des moteurs aux essieux, qui se fait par faux essieu et bielles horizontales, occasionne une usure rapide des coussinets et même une dislocation du châssis ou des ruptures de bielles, par suite des efforts énormes développés lors des déplacements verticaux du châssis.

Au point de vue électrique, les principaux inconvénients sont les suivants :

Le triphasé produit par les convertisseurs actuels n'est pas parfaitement symétrique et les phases ne sont pas parcourues par des courants égaux ; d'autre part, les rotors des moteurs étant fermés sur des rhéostats liquides différents, les charges ne sont jamais également réparties entre les moteurs, avec des écarts souvent considérables. Il est bien prévu un réglage de ces charges à la portée du mécanicien, mais ce dernier, très occupé, n'assure pratiquement qu'un équilibrage très imparfait et les moteurs souvent surmenés se détériorent assez rapidement.

Le facteur de puissance est très bas, par suite de la présence du convertisseur d'induction qui ajoute ses dépenses d'aimantation à celle des moteurs.

Pour remédier à ces divers défauts, sauf celui de la répartition de charge entre les moteurs, le constructeur étudie en ce moment l'utilisation d'un convertisseur synchrone à bon facteur de puissance et à triphasé plus symétrique, mais il n'a pas encore été fait d'application pratique de ce nouvel appareil pour lequel on peut craindre une grande instabilité en présence des à-coups dans la ligne de contact.

Par suite des nombreuses réparations en cours et du manque de locomotives électriques du fait de la guerre, l'exploitation du tronçon Bluefield-Vivian utilise encore de nombreuses locomotives à vapeur.

Le Pensylvania Railroad étudie, de son côté, une application du monotriphasé à la ligne à quatre voies d'Altona à Johnstown sur la ligne de Philadelphie à Chicago. Une locomotive d'essai est en cours d'expérimentation, mais aucune installation fixe n'est commencée sur la voie.

En résumé, le *monotriphasé*, dont le principe semblait à première vue très intéressant, et qui pouvait apporter une aide efficace au *monophasé* par l'emploi de *locomotives* ou *automotrices* en *monophasé direct* pour les *trains rapides ou légers*, et de *locomotives monotriphasées* pour les *trains lourds et lents, toutes ces locomotives étant alimentées par le même fil de contact en courant monophasé*, s'est trouvé présenter en pratique de nombreux défauts qui n'ont pu être encore corrigés et font que ce système n'a pas répondu aux espérances qu'il avait fait naître.

6°. — Electrification en continu à haute tension.

Depuis longtemps déjà, le courant continu à 600 volts est utilisé d'une façon « standard », pour la traction électrique urbaine et suburbaine, soit avec fil aérien pour les tramways, soit avec troisième rail pour les chemins de fer de banlieue (ligne des Invalides à Versailles et de Paris à Juvisy, Métropolitain).

Aux Etats-Unis, la plupart des lignes interurbaines fonctionnent en courant continu à 1200 volts, avec fil aérien ; un nombre important de ces lignes sont de véritables chemins de fer, avec trafic de marchandises et de voyageurs atteignant des vitesses de 60 à 80 kilomètres : h. ; beaucoup d'entre elles, équipées originairement en monophasé à des tensions comprises entre 3.000 volts et 6.600 volts, ont été transformées en continu 1.200 volts. Le matériel correspondant à cette tension est maintenant aussi *standardisé* que celui des tramways à 600 volts.

Encouragés par l'excellent fonctionnement de ces installations à 1.200 volts, les Américains ont essayé, avec plein succès, d'élever la tension continue à 2.400 volts et ont équipé ainsi la ligne minière de Butte à Anaconda du Butte Anaconda and Pacific Railway (Etat de Montana), 53 kilomètres à voie unique ; ensuite a été exécutée à 3.000 volts, la plus grande électrification du monde de Harlowton à Avery, 710 kilomètres à simple voie, à travers les montagnes Rocheuses et la région de Missoula, sur le Chicago, Milwaukee and Saint-Paul Railway.

L'électrification d'un second tronçon de 360 kilomètres entre Othello et Tacoma Seattle, jusqu'au Pacifique, est en cours d'exécution et fonctionnera avant la fin de l'année, et celle de la portion comprise entre Avery et Othello, environ de la même longueur, est dès maintenant décidée.

A. Mauduit,
Professeur à la Faculté des Sciences de Nancy.

ENQUÊTE SUR

L'Enseignement de l'Electricité industrielle

Les lettres que nous recevons sur ce sujet sont si nombreuses, la question de l'enseignement de l'électricite industrielle est si importante pour l'avenir de l'industrie électrique que nous croyons devoir ouvrir dans nos colones une enquête à ce sujet.

La nature même du journal l'*Electricien* nous conduit à envisager surtout les modalités de l'enseignement secondaire, de l'enseignement primaire, de l'enseignement professionnel et de l'apprentissage en laissant de côté ou tout au moins en effleurant seulement la question de l'enseignement supérieur (1).

Voici, à titre de renseignements, les idées qui sont celles de l'*Electricien*. Nous prions nos lecteurs de nous faire parvenir les leurs.

* * *

Sur le titre d'Ingénieur électricien.

L'ingénieur électricien ne peut pas être et ne doit pas être uniquement électricien. L'électricité considérée comme science ou comme industrie est intimement liée à d'autres sciences ou à d'autres industries. L'ingénieur électricien doit posséder une formation générale étendue théorique, technique et un complément de pratique en dehors de sa formation spécialisée à l'électricité.

On sait que notre enseignement supérieur de l'électricité industrielle est représenté par le Conservatoire national des Arts et Métiers, l'Ecole supérieure d'Electricité, les Instituts électrotechniques de Grenoble, Nancy, etc.

L'enseignement secondaire est presque exclusivement donné dans des écoles privées.

L'enseignement primaire est rattaché aux Ecoles pratiques de commerce et d'industrie par des sections d'électricité dans certaines régions comme Armentières, Paris, etc.

Les écoles supérieures forment des ingénieurs électriciens et les écoles secondaires des ingénieurs praticiens dont le titre devrait être officiellement garanti.

L'ingénieur s'est désintéressé d'une question dont les médecins, les avocats, les professeurs, se sont au contraire préoccupés avec une inlassable énergie.

« Bien que chèrement acquis au prix de dépenses considérables et d'efforts soutenus pendant de longues années, le titre d'ingénieur n'est pour ainsi dire garanti contre aucun des abus qui peuvent en diminuer la valeur d'exploitation. Le premier charron, ou le premier poseur de sonnettes venu, s'intitule pompeusement ingénieur. Il profite ainsi d'un titre qu'il n'a pas mérité par ses connaissances ni acquis par des travaux longs et pénibles. Sans attenter nullement au principe de la liberté individuelle, on peut formuler le désir qu'un tel abus cesse et que ceux qui ont entièrement payé un titre mérité puissent jouir sans trouble des avantages que leur confèrent des droits imprescriptibles et exclusifs (1). »

L'Etat lui-même pousse l'équivoque jusqu'à considérer dans ses administrations que le titre d'ingénieur est un grade administratif qui correspond non à des connaissances techniques très définies, mais à un taux d'appointements, à un titre d'ancienneté, à un numéro d'ordre dans la hiérarchie administrative. On devient ingénieur à partir de tels appointements, en sorte qu'il existe des ingénieurs, ingénieurs principaux et ingénieur en chef d'exploitation, des services administratifs, des magasins, de la répartition du matériel, des approvisionnements, etc., toutes divisions qui n'ont aucun caractère technique. Ces dénominations malheureuses en soi sont de nature à déprécier auprès du public la science technique de nos ingénieurs.

Il est donc désirable qu'à l'avenir le diplôme d' « ingénieur électricien » soit rendu officiel et que, par suite, les conditions de son acquisition soient parfaitement définies. En outre, un diplôme supérieur de docteur électricien dépendrait de la soutenance publique d'une thèse et tiendrait compte du travail personnel de l'Ingénieur pendant son passage dans l'industrie.

On aurait ainsi réalisé une garantie de minimum d'études et de connaissances sérieuses donnant droit à celui qui a acquis le titre d'ingénieur élec-

(1) Voir *les Industries électriques d'hier et de demain*, par Maurice Soubrier (librairie Dunod).

(1) « L'Ingénieur de demain, » par M. Lordier, *Revue* mai 1919.

tricien de porter ce titre et de n'en point porter d'autres. Une hiérarchie administrative pourrait être instituée avec un rang de classe : 5e, 4e, 3e classe, comme cela a lieu pour les Ponts et Chaussés, les Mines, les Constructions navales, etc., qui n'ont rien de supérieur comme spécialités à l'électricité industrielle.

Sur l'Enseignement secondaire de l'électricité.

Le but des Ecoles secondaires d'électricité doit être de former des « Ingénieurs praticiens » aptes à rendre immédiatement des services techniques et commerciaux.

Cet enseignement s'adresse donc à un nombre considérable de jeunes gens de dix-sept ans environ possédant à peu près les connaissances de la classe de mathématiques élémentaires des lycées et désirant acquérir une bonne instruction technique moyenne. Ce sont en quelque sorte les sous-officiers, disons les « Aspirants » de l'industrie dont le rôle est si utile et le champ d'action si vaste.

La question de l'enseignement secondaire présente des difficultés plus grandes peut-être que celle de l'Enseignement technique supérieur. Cela tient à la jeunesse des élèves et à l'importance des ressources dont doit disposer l'Ecole pour former de véritables « praticiens » par les méthodes d'enseignement élémentaires et expérimentales au laboratoire et à l'atelier.

Les pouvoirs publics se sont complètement désintéressés de cette très importante question (1). Il y a seulement vingt ans il n'existait en France aucune Ecole pratique d'électricité. Celles qui existent à l'heure actuelle sont exclusivement dues à l'initiative privée. Elles disposent de ressources insuffisantes et ne sont soutenues ni par les industriels ni par les pouvoirs publics.

Les Ecoles techniques secondaires d'électricité se trouvent presque toutes à Paris. Elles ont été fondées pour répondre aux besoins de l'industrie par des particuliers ou par des groupements privés organisés en sociétés n'ayant souvent aucune attache directe avec l'industrie électrique. Dans ces conditions il est inévitable que ces Ecoles sont plutôt des entreprises commerciales ayant surtout en vue la rémunération des capitaux investis dans l'affaire. Les fluctuations de l'enseignement sont régies par les nécessités financières.

L'admission dans ces Ecoles pratiques d'électricité est très large, car l'école ne peut vivre que si elle a un nombre suffisant d'élèves. Il en résulte que les élèves d'une même promotion possèdent des connaissances très différentes. Un grand nombre d'élèves ne peuvent suivre l'enseignement avec fruit parce qu'il leur manque la culture générale et les éléments scientifiques indispensables à l'étude de l'électricité et de la mécanique industrielle. De là des difficultés pédagogiques évidentes qui se résolvent par des compromis plus ou moins heureux.

Le maintien de l'ordre est une question délicate dans ces Ecoles. Elle arrive même à prédominer toutes les autres. Ce souci de la discipline intérieure lorsqu'il est poussé à l'extrême conduit bien vite à faire de l'Ecole technique un prolongement du lycée que l'on a tendance à copier avec les horaires inflexibles, les études rigides de l'enseignement universitaire.

C'est là une solution fâcheuse qui prépare mal au développement de la personnalité de l'élève, à l'initiative, à la lutte si nécessaires dans la vie industrielle.

Plus encore que dans l'enseignement supérieur le personnel enseignant laisse à désirer dans les Ecoles privées sous le double point de vue de la science pédagogique et des attaches avec l'industrie électrique.

L'Ecole n'ayant pas des ressources suffisantes ne peut appeler à elle des ingénieurs demandant des rémunérations importantes. Elle se contente d'utiliser soit des professeurs de lycée qui n'ont aucun contact avec l'industrie et considèrent leur enseignement comme un supplément à leur carrière universitaire, soit des jeunes ingénieurs récemment sortis de l'Ecole qui se contentent de répéter à leur auditoire ce qu'ils viennent eux-mêmes d'apprendre de leurs professeurs et qui quittent l'Ecole quand leur situation industrielle s'améliore. Tout cela est insuffisant et il est douteux qu'un tel enseignement puisse être considéré comme classé et définitif par les industriels tant qu'il sera donné suivant les errements que nous venons d'indiquer.

En réalité, l'enseignement des Ecoles secondaires devrait être dirigé dans un sens essentiellement pratique, expérimental avec les méthodes élémentaires ; toutes les longueurs, toutes les inutilités d'un enseignement livresque et trop élevé devraient être impitoyablement bannies.

L'élève devrait vivre à l'Ecole dans l'atmosphère d'une petite usine et non dans celle d'un lycée (1). Cette condition de premier ordre est absolument indispensable pour atteindre le but

(1). Est-ce un bien? est-ce un mal? Nous sommes de ceux qui pensent que c'est un bien.

(1) L'heure annuelle de technologie ou de résistance des matériaux dictée au tableau noir, — comme l'heure de géographie ou de français, — est un pur barbarisme.

que l'on s'est fixé. A cet effet, il faut développer l'enseignement pratique dans de vastes locaux et de nombreux laboratoires avec des machines et appareils de toutes sortes et un personnel compétent, rompu à la pratique de l'électricité. Nos Ecoles françaises manquent trop de l'outillage nécessaire et de ce personnel compétent. L'enseignement au tableau tient d'ordinaire la plus grande place, alors qu'il devrait être réduit au minimum et remplacé par l'enseignement par les yeux et par les faits expérimentaux, par les projections cinématographiques et photographiques.

Les stages industriels de vacances sont à peu près inconnus, et c'est encore là un problème délicat. Les industriels acceptent difficilement des jeunes gens turbulents susceptibles de leur occasionner des ennuis ; les jeunes gens de leur côté, après la discipline sévère de l'Ecole, sont assez peu raisonnables pour fuir l'occasion qui leur est donnée de se perfectionner.

Dans les technicum allemands, qui peuvent être considérés comme des modèles d'Ecoles pratiques, nous trouvons au contraire des amphithéâtres organisés pour que tous les cours puissent être accompagnés de projections. De sa place, le professeur peut instantanément faire la lumière ou l'obscurité et montrer telle projection qu'il veut. Des canalisations à portée de sa main lui donnent du courant électrique à différents voltages, de l'air comprimé, de la vapeur, du vide. Les cours peuvent être ainsi rendus vivants et profitables. Des voies Decauville, des monte-charges permettent d'amener sous les yeux des élèves les appareils les plus perfectionnés. Des machines démonstratives, exécutées spécialement pour l'école ou données par les grandes firmes industrielles, sont la reproduction à une échelle réduite de grosses machines industrielles existantes. De cette façon les élèves sont à même de comprendre bien et rapidement des mécanismes et des dispositifs qu'ils auraient beaucoup de mal à concevoir avec une explication au tableau (1).

Le dessin, les projets et aussi la partie commerciale et financière reçoivent des développements insoupçonnés chez nous.

Ce sont ces méthodes d'enseignement qu'il faudrait chercher à instituer dans nos écoles en abandonnant franchement la copie du lycée qui ne peut convenir.

Voici quelques précisions sur l'orgnisation type des cours d'une Ecole secondaire telle que nous la concevons.

(1) Le Technicum électrotechnique de Mittweida compte 1.500 élèves. Il a coûté plus de 2 millions et est doté de plusieurs centaines de mille francs de ressources annuelles.

Sur la totalité des heures d'enseignement :

30 à 40 % seraient consacrées aux études théoriques à l'amphithéâtre avec démonstrations expérimentales, projections photographiques et cinématographiques ;

70 à 60 % seraient réservées aux laboratoires, à l'atelier, aux projets, au dessin industriel, à la partie commerciale.

L'admission des élèves aurait lieu sur titres ou après un examen très sérieux portant sur les matières ci-après :

Mathématiques correspondant à peu près au programme de la classe de mathématiques élémentaires des lycées.

Mécanique élémentaire rationnelle et appliquée.

Physique élémentaire et lois générales de l'électricité, de l'électro-magnétisme et de l'induction.

Usage du dessin industriel.

Durée des études : deux ou trois années avec moyenne éliminatoire à la fin de la première et de la deuxième années.

Sanction : un diplôme après examen de sortie passé devant un jury d'ingénieurs et d'industriels. Ce diplôme mentionne les notes moyennes acquises pendant les années d'études. Le complément tout indiqué de ce diplôme est le dossier même des travaux exécutés à l'Ecole par l'élève.

Il est bien évident que pour la réalisation de ce programme il faut admettre des dépenses de premier établissement de plusieurs centaines de mille francs et un budget annuel d'enseignement élevé pour une rémunération convenable du personnel des professeurs et des conférenciers.

Il serait intéressant à notre avis que toutes les Ecoles privées d'électricité industrielle d'une part, que tous les professeurs de ces Ecoles d'autre part se constituent en syndicats professionnels à à la manière des directeurs des théâtres de Paris et des artistes dramatiques. Il en résulterait une grande stabilité pour la rédaction des programmes des cours. Les diplômes prendraient une incontestable valeur. De leur côté les professeurs pourraient rédiger un contrat type avec appointements variables suivant la maîtrise, la spécialité, la notoriété pédagogique des intéressés.

Dans un autre article nous étudierons l'enseignement primaire et professionnel ainsi que la difficile question de l'apprentissage.

Nous avons esquissé à grands traits et sans amour-propre d'auteur un canevas général pouvant servir d'amorce à la discussion. Nous posons maintenant à tous nos lecteurs cette question : Comment faut-il organiser en France l'Enseignement secondaire et l'Electricité industrielle ?

Maurice Soubrier.

L'enseignement pratique de l'Electricité Industrielle
AU CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIERS

ENSEIGNEMENT

Pour tenir compte d'un vœu exprimé par un grand nombre d'industriels, désireux de faciliter à certains de leurs agents l'accession aux emplois supérieurs par un complément d'instruction technique approprié, il a été décidé d'adjoindre aux cours du soir du Conservatoire national des Arts et Métiers (momentanément interrompus, mais qui seront repris dès que les circonstances le permettront) un enseignement pratique, consistant principalement en travaux de laboratoire, sous la direction constante des professeurs et de leurs adjoints.

Pour chacune des matières, il comprend, dans l'année scolaire, 40 séances.

Le cycle complet de chacun de ces enseignements s'étend sur deux années.

Programme des Cours.

(Année 1919-1920)

Les programmes prévus, sous réserve de modifications de détail, sont les suivants :

ÉLECTRICITÉ INDUSTRIELLE

1re Année.

Le jeudi, à 13 h. 1/2, et le dimanche, à 9 heures.

M. SOUBRIER, professeur-adjoint.

Le cours ouvrira le jeudi 6 novembre 1919.

Etude et maniement des appareils de précision employés pour la mesure des grandeurs électriques.

Vérification expérimentale des lois fondamentales de l'électrotechnique.

Mesure des résistances par le pont de Wheatstone. — Application à la recherche des défauts d'une installation.

Usage de l'ampèremètre et du voltmètre pour la détermination des résistances usuelles.

Détermination des résistances d'isolement.

Mesure des forces électromotrices, des différences de potentiel, des intensités.

Etalonnage des appareils de tableaux : ampèremètres, voltmètres, compteurs, etc.

Essais de plateformes industriels et réception des machines dynamos à courant continu.

Etude et maniement des appareils de vérification et de contrôle.

Etude générale d'une machine dynamo après sa construction à l'atelier. — Etude du collecteur, du bobinage, de la commutation, etc. — Appréciation des qualités et défauts.

Détermination du rendement par les méthodes classiques.

Réception d'une dynamo d'après un marché ou un cahier des charges. — Procès-verbal de réception.

Etude des moteurs à courant continu et spécialement des moteurs de traction.

2e Année

Mesures des puissances et de l'énergie. — Wattmètres et compteurs.

Mesures des quantités magnétiques.

Essais de plateformes industriels et réception des machines et de l'appareillage à courant alternatif à haute et basse tension.

Alternateurs. — Moteurs synchrones. — Transformateurs. — Moteurs asynchrones. — Commutatrices et groupes convertisseurs. — Moteurs à collecteurs.

Essais de disjoncteurs à haute tension, de parafoudre, d'appareils de ligne, etc.

L'enseignement sera complété par des projets et devis à exécuter par les élèves et des visites d'usines.

Entre la 1re et la 2e année un travail de vacances de longue haleine est proposé à tous les élèves qui en font la demande au professeur.

CONDITIONS D'ADMISSION

Pour être admis à suivre cet enseignement pratique, les candidats devront justifier de connaissances scientifiques et techniques suffisantes pour suivre les cours avec fruit. Ils passeront, à cet effet, un examen devant les professeurs intéressés, au jour qui leur sera indiqué.

Leurs demandes devront être parvenues à la Direction du Conservatoire national des Arts et Métiers, rue Saint-Martin, n° 292, Paris (3e), avant le 15 septembre 1919. Elles devront mentionner les études précédemment faites, ainsi ue les travaux professionnels déjà exécutés.

Les candidats présenteront, lors de l'examen, les diplômes et certificats relatifs à ces études et à ces travaux.

Les nécessités matérielles obligent à limiter le nombre des élèves admis.

L'enseignement s'adresse à toutes les catégories d'élèves, sans distinction d'âge, qui désirent se perfectionner dans leurs professions par l'usage du laboratoire sans abandonner leurs occupations industrielles.

JURYS D'EXAMEN

Certificats. — Diplômes.

A la fin de l'année scolaire, les élèves passeront un examen devant un jury composé de professeurs du Conservatoire national des Arts et Métiers et d'industriels. Ceux qui, après avoir suivi avec assiduité la série des travaux de l'année, subiront avec succès cet examen, avec une moyenne égale ou supérieure à 13 pour tous les travaux de l'année, recevront, après une seule année d'études, un certificat et après deux années de l'enseignement, un diplôme qui leur conférera le titre « d'Electricien diplômé ou de Mécanicien diplômé du Conservatoire national des Arts et Métiers ».

Un diplôme supérieur sera attribué aux élèves qui auront obtenu une note moyenne égale ou supérieure à 17 et qui auront exécuté des travaux spéciaux indiqués par le professeur.

FRAIS DE SCOLARITÉ

Les candidats admis auront à verser, pour l'année scolaire, les droits de scolarité ci-après, savoir :

10 francs pour droit d'entrée ;

210 francs pour 3 inscriptions à 70 francs, payables :

Le 3 novembre,
Le 10 janvier,
Et le 10 mars ;

30 francs pour droit d'examen de fin d'année.

Une réduction de 25 % sur ces prix sera consentie aux élèves qui suivront sumultanément les deux enseignements.

La correction du travail de vacances facultatif est fixé à 50 francs.

COURS GRATUITS DU SOIR

Les mercredis et samedis, à 20 heures.

M. CHAUMAT, professeur.

Ce cours ouvrira le mercredi 5 novembre.

La mesure des grandeurs et les systèmes de mesures.

Les phénomènes magnétiques.

La pile et le courant électrique. — Les effets du courant électrique.

Méthodes industrielles de mesure des principales grandeurs électriques.

Les condensateurs.

Les phénomènes fondamentaux de l'électrostatique. — Les machines électriques à frottement et à influence. — Les électromètres industriels.

Phénomènes fondamentaux de l'électricité atmosphérique.

Informations. -- Analyses. -- Revues.

++++++++++++++++++++++++++

Invention nouvelle.
pour augmenter la conductibilité de l'aluminium.

Les électriciens seront vivement intéressés par la note suivante soumise par le consul des Etats-Unis, Philip Holland de Baset en Suisse et publiée dans *Commerce Reports* du 2 août :

« Une nouvelle invention, dont on fait, paraît-il, grand cas, vient d'être faite par le Docteur Georges Guilini, le célèbre expert dans le commerce de l'aluminium. Ce nouveau métal est obtenu en faisant subir à l'aluminium ordinaire une série d'opérations par lesquelles il acquiert les mêmes qualités mécaniques que le bronze, cuivre, ou le laiton sans en changer le poids spécifique.

« Il paraîtrait que le prix de ce nouveau métal pourrait être conservé suffisamment modique pour qu'en raison de sa légèreté il pût entrer très avantageusement en concurrence avec le cuivre ou le laiton, même si ceux-ci conservaient leur prix d'avant-guerre.

« Le fait de sa conductibilité donnera une plus-value sur le marché électrique.

« L'inventeur espère aussi pouvoir en écouler de grandes quantités pour la construction des autos, aéroplanes, bateaux et tramways.

« Des experts, à qui l'invention a été soumise, ont été émerveillés des résultats obtenus. »

(*Electrical Review.*)

++

De l'air chaud en masse par l'électricité.

Le chauffage électrique des appartements et bureaux est à l'ordre du jour depuis qu'on ne trouve guère de bon charbon pour alimenter grilles et poêles. Encore faut-il, dans la plupart des cas, faire installer un circuit de force avec compteur spécial, tant pour ne pas payer le tarif fort, celui de la lumière, que pour disposer d'une intensité suffisante. A supposer résolu le problème de l'alimentation en courant électrique, il faut aussi faire choix d'un bon radiateur. Il n'est pas dans notre intention d'entamer ici la critique des appareils offerts sur le marché, bien qu'ils soient, pour la plupart, loin d'être parfaits. Nous voulons simplement signaler à nos lecteurs un radiateur nouveau, qui semble bien constituer un progrès dans la voie du chauffage pratique par l'électricité. A rendement égal, il est, en effet, très sensiblement plus économique que ceux que nous avons eu jusqu'ici l'occasion d'étudier et, inversement, pour une même consommation de courant électrique, son rendement calorique est supérieur.

Dans ce radiateur, l'élément chauffant est constitué par la superposition d'un certain nombre de toiles faites d'un ensemble de fils d'amiante sur lesquels est disposé un fil continu de métal présentant une grande résistance ohmique spécifique, tel que le maillechort, le constantan, l'invar, le ferro-nickel, etc... Sur l'un ou les deux côtés de la trame ainsi formée sont ménagées autant de sorties de fil qu'il est besoin pour réaliser des prises de courant en nombre variable, correspondant à des réglages de la température du radiateur. Les toiles chauffantes sont tendues sur des supports placés un peu au-dessous du centre d'une cage métallique ouverte à sa partie inférieure. Cette cage est montée sur pieds et percée de trous au sommet et vers le bas. Sous la dernière toile est montée une lampe-témoin rouge, qui s'allume lorsque l'appareil est en circuit et reste allumée tant que le radiateur fonctionne.

Dès que les toiles sont échauffées par le courant, ce qui se produit presque instantanément, il se crée, au-dessous, un violent appel d'air ; cet air s'engouffre dans l'appareil à la fois par l'espace libre ménagé entre le sol et la partie inférieure de la cage et par les trous percés à la base ; il traverse les cellules des toiles, s'échauffe fortement et sort par les trous percés au sommet de l'appareil. L'inventeur a réalisé ainsi une véritable cheminée électrique à tirage accéléré. Contrairement à ce qui se passe avec les radiateurs ordinaires, les échanges de température entre les éléments chauffants et l'air ambiant ne font pas intervenir le rayonnement, mais uniquement la convexion, et cela est tellement vrai, que les flasques de l'appareil demeurent presque froides quand cependant le débit et la température de l'air chaud sont tous deux maxima.

Pour diffuser rapidement la chaleur, on recommande de placer le radiateur sous une table.

(*La Science et la Vie.*)

++

Électrifions nos chemins de fer.

La houille blanche est un revenu dont on use... La houille noire est un capital qu'il faut ménager...

Exemple donné par la Compagnie d'Orléans.

Le ministre des travaux publics vient de mettre à l'en-

quête les projets de la Compagnie d'Orléans et de l'Energie électrique du sud-ouest, relatifs à l'aménagement de la Haute-Dordogne. L'importance exceptionnelle que présente *la mise en œuvre de ce vaste réservoir d'énergie au centre de la France* nous fait un devoir d'en exposer ici au moins les grandes lignes.

La Dordogne, formée des deux ruisseaux, la Dore et la Dogne, prend sa source au nord du Puy-de-Sancy, point culminant du Massif Central, à 1.886 mètres d'altitude.

L'absence de glaciers fait que le régime du cours d'eau est à la merci des influences climatiques et impose la nécessité de corriger l'inconstance des débits par l'aménagement des lacs naturels et la création de réserves artificielles.

La configuration des lieux et la nature du terrain s'y prêtent admirablement. C'est ainsi que, de Bort à Argental, sur un parcours de 80 kilomètres, la dénivellation ressort à 250 mètres environ. Il en est de même du Chavanon, son affluent le plus notable. Dans le bassin de la Rhue, divers lacs, notamment le lac Chauvet, peuvent former d'importantes réserves saisonnières.

Projet de « l'Energie électrique ».

Le projet de l'Energie électrique du Sud-Ouest complète celui de la Compagnie d'Orléans.

Le premier ouvrage qu'il prévoit est une formidable muraille de 125 mètres de haut, large de 120 mètres à sa base, de 12 mètres au sommet, capable de retenir 715 millions de mètres cubes. La tranche supérieure représentera la réserve utilisable pour la régularisation du débit de la Dordogne. Six ponts seront submergés et remplacés par des viaducs de 250 mètres.

Le second barrage, en amont d'Argentan, permettra de former une réserve de 56 millions de mètres cubes qui servira uniquement comme moyen de compensation.

Deux autres barrages maintiendront constamment l'utilisation de la chute disponible.

Ces deux projets comportent l'édification de onze usines hydrauliques qui assureront une production annuelle de 1.264 millions de kilowatts-heures. Si l'on songe que ce chiffre équivaut à la moitié de la capacité de production de toutes les usines de plus de 500 kilowatts fonctionnant dans les Alpes, on comprend de suite l'énormité du réservoir que ces travaux vont créer dans le centre de la France.

Il faut espérer que toutes mesures seront prises pour sauvegarder la richesse nationale que constitue la beauté des sites.

Le total des dépenses prévues pour l'ensemble des deux projets permet de conclure, dit le *Journal de la marine marchande* (août 1919), auquel nous empruntons les éléments de cette étude, que le prix du kilowatt moyen ressortira à 2.700 francs environ.

(*La Démocratie Nouvelle*).

++

Le Brevet international.

Voici comment peut se définir le brevet international que nous voulons.

Un brevet délivré par un office international composé de techniciens et de juristes de tous les pays adhérents *en nombre égal*, après *examen préalable*, au point de vue antériorités, moyennant une *taxe unique*, dont le montant serait calculé de façon à couvrir les frais d'organisation et de fonctionnement dudit Office pour une *durée* au moins *égale* à celle de la propriété *littéraire et artistique*.

Il nous semble que cette conception n'a rien d'utopique, disions-nous dans un rapport établi fin avril 1919, et qu'un brevet ainsi compris assurerait la protection idéale de l'inventeur, tout en concourant puissamment au progrès technique et social. Notre sentiment n'a pas varié, mais en vue de donner à cette si importante question toute l'ampleur nécessaire afin que les délégués dont notre dernière Assemblée générale a décidé l'envoi au Congrès international de Bruxelles, en septembre prochain, puissent établir un rapport aussi complet que précis, il nous a paru opportun de provoquer une enquête auprès de nos lecteurs, soit sur les modalités à préconiser, soit sur les moyens à adopter pour en assurer la prompte et entière réalisation.

Nous connaissons tous les inconvénients présentés par la loi française de 1844, sur les Brevets d'invention. Nous avons fait trop souvent le procès du brevet tel qu'il est compris dans les différentes législations étrangères, pour que nous n'ayons pas sur le brevet idéal une opinion raisonnée et pratique. C'est cette opinion que nous vous demandons de nous faire connaître, pour nous guider dans nos travaux et nous invitons à cette discussion tous ceux qui nous liront, qu'ils appartiennent à notre Société ou non. Car, ainsi que le dit la sagesse des nations, c'est du choc des idées que jaillit la lumière.

Jamais l'occasion n'a été plus favorable pour aboutir : l'héroïsme de nos poilus a jeté les bases d'un monde nouveau, créé, suivant un mot de notre Premier français dans une de ses répliques à Brockdorff-Rantzau, « un esprit international. De cet esprit doit naître une politique et une philosophie sociale. C'est à nous à en dégager les formules. Que d'autres s'y essaient dans les questions qui leur sont plus familières. Pour nous inventeurs, c'est notre devoir d'étudier le moyen de tirer parti de notre incomparable victoire pour donner à cette question vitale de la propriété industrielle la solution qui est seule compatible, avec les intérêts en jeu.

Le brevet international est le corollaire indispensable de la Ligue des Nations ; il sera demain ce que nous l'aurons fait : il n'est pas trop de l'étude de tous pour qu'il soit conforme à nos vœux. A l'œuvre donc.

(*Les Idées nouvelles.*)

++++++++

TRIBUNE DES ABONNÉS

*Nous rappelons que l'*Electricien *publie gracieusement les demandes de* renseignements, *les* conseils, *les* problèmes techniques, *etc., posés par tous ses abonnés. Il fait ensuite appel à tous ceux de ses lecteurs qui sont en mesure de répondre aux questions posées en les priant de vouloir bien adresser aux bureaux de la Rédaction, 47-49, quai des Grands-Augustins, les réponses qu'ils jugeront utiles de faire.*

Ces demandes et ces réponses sont classées et au besoin complétées par les soins de nos rédacteurs et publiées ensuite méthodiquement dans le journal pour le plus grand profit de tous. Les questions d'intérêt général qui se rapportent aux « Tours de mains et Recettes Usuelles » sont traitées dans une rubrique spéciale dont il est question plus loin.

QUESTIONS

Nº 21. — On demande à connaître quelles sont les conditions de prix d'une vérification officielle d'instruments de mesure (compteurs, ampèremètres, etc...). Quel est le service qui opère cette vérification ?

Nº 22. — On demande à connaître un constructeur de plateaux électromagnétiques s'adaptant à une grue pour la manutention de tournures, déchets et ferrailles de petit échantillon.

Nº 23. — Quels sont les calibres de lampes à incandescence à filament métallique 1/2 watt actuellement fabriqués ? Existe-t-il des petits calibres ?

Nº 24. — Peut-on appliquer dans des conditions économiques l'électricité pour le service de voies de 0,60 déjà établies ? Cette électrification procurerait-elle des avantages, en dehors de la question du prix de la traction ?

Nº 26. — L'*Electricien* a expliqué la théorie de la réception de T. S. F. par les *audions*, j'en ai lu aussi des descriptions dans divers ouvrages et la liste des brevets parle également de diverses *lampes à vide*... Mais pourriez-vous m'indiquer des *maisons françaises* qui pourraient fournir quelques-unes de ces lampes *à vide* ?... Je n'ai pu m'en procurer nulle part à n'importe quel prix !

N'en fabrique-t-on pas en France ? Ou bien la vente en est-elle interdite ? F. M.

Nº 27. — Pourrait-on trouver en France des maisons qui pourraient fournir des pastilles de *tungstène* (de la dimension de la pièce de un franc), par quantités assez importantes. R.

Nº 28. — Prière bien vouloir m'indiquer le mode d'emploi des galvanoscopes et me faire connaître à quoi servent les tables de résistances.

Citer un ou des exemples détaillés.

Dewerpe,
à Charleroi.

Nº 29. — On me dit qu'on construit en Suisse toutes sortes d'appareils thermiques pour utiliser et même *accumuler* le courant qui est généralement vendu bon marché et surtout la nuit.

Avez-vous quelque documentation sur ces appareils ? Je crois que quelque publication sur ce sujet intéresserait fort vos lecteurs.

Aussi bien quelque étude sur l'utilisation et la construction des appareils thermiques-électriques en général.

RÉPONSES

18. — Il faudrait vérifier si le moteur de 2 HP 110 volte n'est pas surchargé, et qu'en réalité il fournit une puissance plus grande que celle demandée ; c'est probablement le cas.

Le courant, au lieu d'être de 13 ampères 5, atteint sans doute 15 ou 16 ampères; la cause des étincelles doit provenir surtout d'une densité de courant trop grande sous les balais.

Un remède consisterait à ajouter un balai s'il y a de la place sur les supports existants, ou à chercher encore à remplacer le charbon employé, par un autre de qualité différente.

Camille Rapp,
Montrevault (M.-et-L.).

19. — Pour faire tourner le moteur à la même vitesse que la génératrice, il faudrait essayer de diminuer les ampères-tours inducteurs, en intercalant dans l'enroulement shunt une résistance.

Pour déterminer celle-ci le plus économiquement, le plus simple serait d'intercaler par exemple une lampe de 110 volts 50 bougies à filaments métalliques. Si l'augmentation n'est pas suffisante, essayer avec une lampe de 32 bougies. En augmentant la vitesse de cette façon, on risque probablement de créer des étincelles aux balais. On peut essayer, et il est probable que cette solution donnera satisfaction.

Camille Rapp,
Montrevault (M.-et-L.).

Nº 21. — Le laboratoire central d'électricité, 12, rue de Staël, à Paris, effectue tous essais et vérifications des appareils de mesure électriques. Nous ne pouvons indiquer ici, faute de place, la série des prix pour les différents calibres d'instruments. Ces prix, qui sont indiqués sur demande par le Laboratoire Central, varient à partir de 8 fr. par ampèremètre ou voltmètre, et 10 fr. par compteur. Des certificats officiels d'essais sont délivrés.

Nº 22. — Des systèmes électro-magnétiques appliqués aux appareils de levage sont construits par l'ancienne société l'Eclairage électrique, maintenant fusionnée avec la Compagnie Thomson-Houston, 10, rue de Londres, à Paris.

Nº 23. — Les lampes à filament métallique de consommation 1/2 watt sont actuellement construites dans les calibres depuis 50 bougies jusqu'aux 2.000 bougies et plus utilisées pour les phares ou projecteurs.

Nº 24. — La question de l'électrification des voies de 0.60 fait l'objet d'une étude que va publier l'*Electricien*. (N. D. L. R.)

Le Gérant : L. De Soye.

35e Année. — N° 1238. 15 Octobre 1919.

L'ÉLECTRICIEN

Revue Internationale de l'Électricité & de ses applications

PARAISSANT LE 15 ET LE DERNIER JOUR DE CHAQUE MOIS

Rédacteur en Chef : Maurice SOUBRIER

ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE

PROFESSEUR SUPPLÉANT D'ÉLECTRICITÉ INDUSTRIELLE AU CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIERS

SOMMAIRE

Repérage des installations d'appareils de mesures : **E. François.** — Expertise de machines électriques d'occasion : **Léon Depierris.** — La standardisation de l'industrie électrique. — Du choix d'un moteur électrique : **M. S.** — La mission française en Amérique : **Mauduit.** — La traction électrique et les chemins de fer à voie étroite : **L.-D. Fourcault.** — Emploi du courant continu à haute tension pour la traction électrique : **Guarini.** — Concours d'inventions à Saint-Etienne. — Tribune des abonnés. — Informations. — Echos. — Cours des valeurs mobilière d'électricité. — Offres et demandes d'emplois et de matériel.

Repérage des installations d'appareils de mesures dans les applications industrielles.

Par suite de la pénurie du charbon, les industriels tendent de plus en plus à supprimer les petites centrales particulières qui leur fournissaient la force motrice avant la guerre. Ils s'adressent maintenant aux grosses usines de production d'énergie électrique qui leur vendent le plus souvent cette énergie à haute tension, ce qui est plus économique et pour le producteur et pour le client. Mais pour que chacun y trouve son bénéfice, les appareils qui enregistrent l'électricité consommée doivent être établis et installés selon des règles rigoureuses. C'est pourquoi nous avons cru bon d'exposer ici les données techniques qu'il est nécessaire de connaître pour réaliser méthodiquement ces installations.

1° De l'utilité du repérage.

Au fur et à mesure que les procédés industriels de fabrication se modernisent et que se répand l'utilisation de l'électricité pour toutes sortes d'usages, il devient de plus en plus nécessaire d'installer des appareils de mesure précis permettant à chaque instant de contrôler le fonctionnement des récepteurs et de calculer le rendement de l'installation. Cette notion de rendement devient, dans les conditions actuelles de la vie, fondamentale au point de vue commercial et industriel.

Les appareils qui répondent à ces desiderata doivent non seulement être robustes, précis, sensibles: conditions ordinairement réalisées par nos constructeurs, mais ils doivent surtout être bien branchés. Or cette question de branchement est beaucoup trop négligée ; combien d'appareils donnent des indications quelconques, inutilisables, par suite de leur mauvais branchement, surtout sur les installations polyphasées.

La mise en place des appareils de mesure, très simple pour le courant continu et le monophasé, se complique quelque peu sur un réseau polyphasé; mais c'est surtout lorsqu'il s'agit d'installations à haute tension que le problème n'est pas toujours résolu comme il convient, car on a recours à des organes intermédiaires entre les appareils et les conducteurs à haute tension, organes dont le branchement doit être aussi régulièrement exécuté et avec autant de soin que celui des appareils de mesure qu'ils alimentent.

Il faut surtout proscrire cette méthode qui consiste, lorsqu'un appareil donne des indications fausses ou douteuses, à croiser des fils par groupe de deux jusqu'à ce que l'on suppose les indications exactes.

Le branchement régulier des appareils, si com-

pliqués soient-ils, quels que soient les organes intermédiaires utilisés, peut être prévu à l'avance sur un schéma et réalisé du premier coup au montage, d'où gain de temps considérable en évitant tous les tâtonnements et en réduisant au minimum la possibilité des fausses manœuvres possibles à la mise en route.

On considère comme tout naturel le repérage des bornes d'un galvanomètre (voltmètre ou ampèremètre) à cadre mobile utilisé en courant continu, et il nous est très familier de brancher le pôle positif d'une installation à la borne marquée + (en général à gauche, de ces appareils). Alors pourquoi ne pas utiliser un procédé analogue de repérage pour les instruments employés en courant alternatif ? Il ne peut être ici question ni de voltmètres ni d'ampèremètres, car tout le monde sait que les appareils électromagnétiques ou thermiques devient toujours dans le bon sens quel que soit leur montage. Il n'en est plus de même pour les appareils à deux enroulements bien distincts, comme des wattmètres électrodynamiques par exemple, qui marquent à l'envers dans le cas de mauvais branchements.

Si on ne peut marquer les bornes d'un signe + ou — comme en courant continu, on peut néanmoins indiquer par un point de couleur donnée ou par des lettres identiques les bornes qui se correspondent des enroulements gros fil et fil fin d'un wattmètre; et de même qu'un voltmètre polarisé repéré peut nous servir d'indicateur de pôles, un wattmètre repéré pourra nous servir au repérage d'une installation polyphasée.

C'est cette question, encore peu connue, du repérage d'appareils et d'installations, que nous allons essayer de décrire dans ce qui suit.

2° Définition du repérage d'un compteur ou d'un wattmètre monophasé.

Les compteurs modernes monophasés, de construction française, sont établis de telle façon que l'entrée du courant du secteur ayant lieu par la première borne à gauche, le retour au secteur étant connecté à la deuxième borne de gauche, les deux bornes de droite allant à l'installation de l'abonné, les disques de ces compteurs tournent de gauche à droite, d'arrière en avant.

Bien entendu, le mot *entrée du courant* est pure convention, puisque les conducteurs qui sont reliés aux bornes sont alternativement positifs et négatifs; néanmoins, nous dirons que dans un wattmètre ou un compteur, les bornes gros fil et fil fin simultanément de même polarité sont de même nom; l'une des paires de bornes correspondantes sera considérée comme les *entrées*, elles porteront un signe particulier; l'autre paire formera les *sorties*. Seule, la correspondance des bornes est intéressante à connaître.

En général, pour faciliter les montages sur les réseaux polyphasés, les conducteurs sont désignés par des couleurs invariables pour chaque conducteur sur toute l'étendue du réseau.

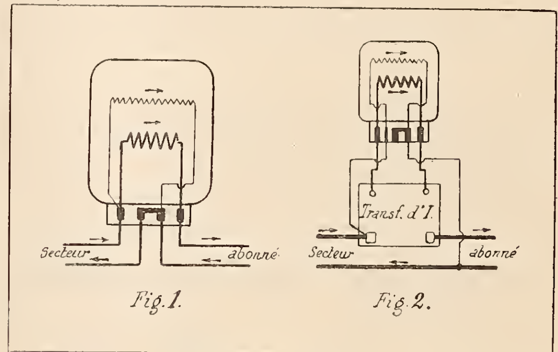


Fig. 1. Fig. 2.

Si nous prenons comme exemple le réseau diphasé de la Ville de Paris, les quatre conducteurs sont teintés comme suit : le bleu et le blanc pour la phase I, et le rouge et le noir pour la phase II; quand on considère le bleu comme entrée pour l'alimentation de la phase I d'un appareil diphasé, le bobinage des alternateurs est tel qu'il faut prendre le rouge comme entrée de la phase II. Nous reviendrons sur ce sujet quand nous étudierons le repérage des installations polyphasées.

Suivant la couleur du fil sur lequel nous brancherons le compteur (fig. 1), la borne que nous considérons comme entrée peut être, au contraire, reliée à un conducteur servant de retour à l'usine génératrice. Cela n'influence pas le sens de rotation du compteur, car en suivant le schéma de la figure 1, nous voyons que le courant se dirige dans le même sens dans les enroulements gros fil et fil fin schématisés, quelle que soit la couleur du conducteur sur lequel nous brancherons le compteur. Si nous sommes, par exemple, entre bleu et neutre (bleu à gauche), d'après les considérations qui précèdent, le sens des flèches est celui indiqué sur le schéma : si, au contraire, nous sommes entre

blanc et neutre (blanc à gauche), toutes les flèches sont inversées ; mais celles indiquant le sens instantané du courant dans les enroulements gros fil et fil fin du compteur, à un moment donné, étant toutes deux inversées, sont encore de même sens négatif, et le compteur tourne toujours de la même façon (tout se passe comme pour un moteur shunt à courant continu dont on inverse le courant simultanément dans l'induit et dans les inducteurs). Même remarque, si le neutre du réseau diphasé cinq fils était branché à la borne de gauche du compteur ; en principe, on devra éviter ce dernier montage, car le neutre étant à la terre, la fraude serait possible ; en branchant des lampes entre le fil de ligne et une terre, l'énergie consommée ne serait pas enregistrée.

Le repérage, ainsi défini, d'un compteur monophasé permet de le brancher à coup sûr dans le bon sens sur un réseau basse tension quelconque, même s'il n'y a aucune liaison commune au gros fil et au fil fin.

Il est de toute évidence, que dans un appareil monophasé, compteur ou wattmètre, quand il y a un point commun entre les deux enroulements, la réunion doit être réalisée entre deux bornes de même nom de l'appareil ; ce sont ces deux bornes qui porteront les indications particulières qui serviront à les reconnaître, même après suppression du point commun.

***

3° Repérage des transformateurs.

Dès qu'on intercale entre un réseau quelconque et le compteur des organes transformant l'intensité ou la tension, on comprend qu'il est nécessaire, pour réaliser à l'avance un bon branchement des appareils de mesure, de connaître l'influence des transformateurs sur le sens instantané de circulation du courant. Il y a donc lieu de procéder à ce que l'on appelle le *repérage des transformateurs*.

On dit qu'un transformateur d'intensité est bien repéré lorsqu'un compteur branché normalement comme l'indique la figure 2 (entrée fil fin prise à l'entrée du primaire du transformateur), le compteur tourne dans le même sens que celui qu'il aurait si son gros fil était branché directement à la place du primaire du transformateur d'intensité.

Pour obtenir ce résultat, lorsqu'un courant instantané entre au primaire par la borne 1 et sort par la borne 2 (fig. 3), il est nécessaire que l'on ait au même instant au secondaire un courant qui se dirige de la borne 3 vers la borne 4, à l'extérieur. C'est la réalisation de ce desideratum dont il faut s'assurer avant tout branchement.

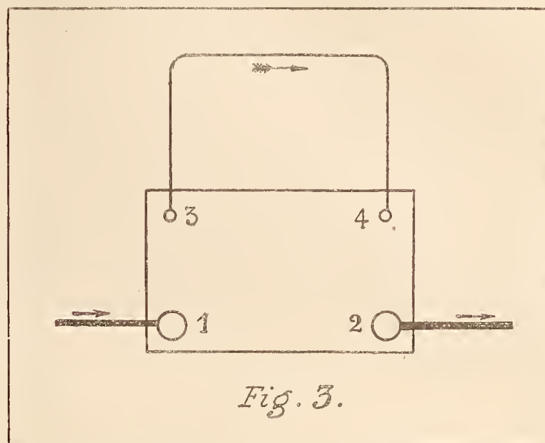
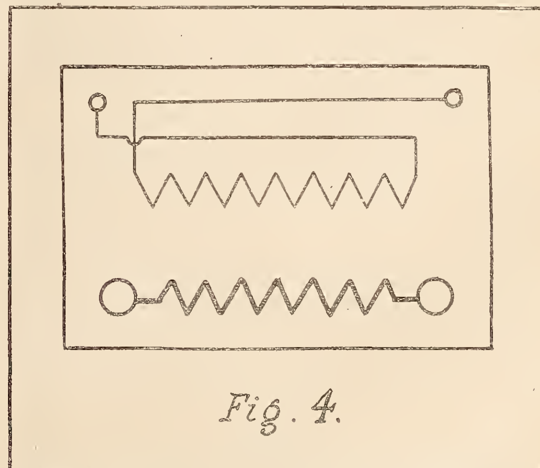


Fig. 3.

Au point de vue pratique, les constructeurs obtiennent ce résultat de la manière suivante : ou bien en enroulant les deux circuits : primaire et secondaire, en sens inverse ; ou, les bobinant dans le même sens, en croisant les entrées et les sorties de l'un des enroulements, le plus commode au point de vue construction (le fil fin dans les transformateurs d'intensité ou la basse tension dans les transformateurs de potentiel).


Fig. 4.

S'assurer, par ce moyen, du repérage d'un transformateur de mesure, à la livraison, serait une sujétion puisqu'il faudrait sortir les enroulements du bac, et au cas d'isolement sec on ne verrait rien, au cas d'isolement à l'huile, l'opération n'est guère à préconiser. Il faut donc trouver

une méthode simple de repérage des transformateurs. Plusieurs peuvent être employées, chacune ayant ses avantages et ses inconvénients.

Première méthode. — Le mode de repérage qui de suite nous vient à l'idée est évidemment d'employer un compteur ou un wattmètre monophasé en se reportant aux remarques du paragraphe 2 et à la figure 2. Si le transformateur est bien repéré, le compteur doit tourner dans le même, sens qu'on l'intercale dans le circuit primaire ou dans le circuit secondaire du transformateur ; le déplacement du compteur doit s'opérer par glissement de façon à toujours laisser l'entrée du courant à gauche, par exemple, dans les deux cas.

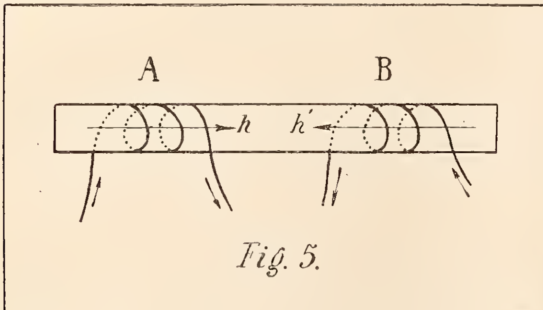


Fig. 5.

Deuxième méthode. — Si nous envoyons un courant continu dans une bobine A (fig. 5) enroulée sur un noyau de fer, nous engendrons un champ magnétique N dont la direction nous est donnée par la règle de Maxwell.

Si nous plaçons sur le même noyau de fer une deuxième bobine B enroulée dans le même sens, à l'établissement du courant dans A nous aurons, d'après la loi de Lenz, un courant induit dans B tel que le champ qu'il produira soit dans la direction de H'. La règle de Maxwell nous donnera le sens de ce courant induit dans B. A la rupture du courant dans A, la loi de Lenz nous montre que nous avons dans A un courant induit de sens inverse à celui que nous avons eu pendant l'établissement du courant dans A.

Enroulons sur lui-même le noyau de fer, nous aurons une représentation exacte d'un transformateur d'intensité ; tout se passe comme sens du courant comme si le circuit magnétique était le barreau de la figure 5, et à l'établissement d'un courant continu dans A, nous aurons dans B le sens indiqué figure 6. Ce sens est l'inverse de celui que nous désirions avoir d'après la figure 3 ; voilà donc pourquoi les constructeurs sont obligés de croiser un des enroulements comme l'indique la figure 4 ou d'enrouler les deux bobinages, primaire et secondaire, en sens inverse.

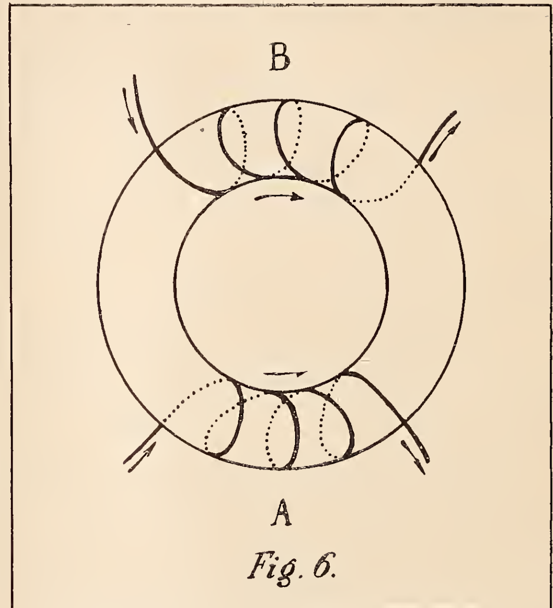


Fig. 6.

Ces quelques considérations nous permettent de repérer avec beaucoup de facilité un transformateur. Il suffit de se procurer un petit galvanomètre sensible et polarisé (milliampèremètre à aimant et à cadre ou voltmètre sensible) dont on connaît le sens de branchement (en général + à gauche), l'essayer par une touche rapide avec une pile si on ne le connaît pas. On branche, comme l'indique la figure 7, le galvanomètre sur les bornes C et D (secondaire par exemple), puis on connecte une pile sur le primaire, le pôle positif en A ; quand on touche la borne B avec le fil relié au pôle négatif de la pile, on a un violent lancé du galvanomètre. dans le sens direct si le transformateur est bien repéré, ce lancé provient du courant induit dans le secondaire par l'établissement du courant dans le primaire. L'intensité une fois établie reste constante et le galvanomètre revient au zéro ; en retirant alors d'une des bornes le fil venant de la pile, on induit par la rupture un courant en sens inverse dans le secondaire et le galvanomètre a un lancé à l'envers.

Cette méthode est extrêmement pratique surtout quand on se trouve dans une usine en cours

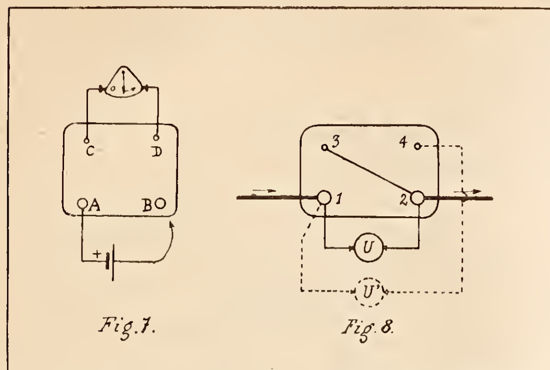


Fig. 7. Fig. 8.

de montage, sans aucun courant disponible, elle ne nécessite qu'une petite pile sèche et un galvanomètre très bon marché (même sans graduation); elle s'applique à tous les types de transformateurs, potentiel ou intensité.

Pour les transformateurs de potentiel dont la résistance ohmique est assez considérable, on peut utiliser pour le repérage un courant continu quelconque, d'un réseau de distribution par exemple en faisant des touches rapides. On placera successivement le galvanomètre (voltmètre cette fois) aux bornes du primaire et du secondaire, en le déplaçant parallèlement à lui-même; si le transformateur est bien repéré, l'appareil dévie deux fois dans le même sens.

***

Troisième méthode. — En examinant le sens des courants sur la figure 3, on peut dire qu'un transformateur est bien repéré quand les bornes 1 et 3 sont simultanément positives et simultanément négatives, d'où nouvelle méthode de repérage.

On fait circuler dans le primaire un courant alternatif assez intense (près de la pleine charge de l'appareil); avec un voltmètre approprié, on mesure la chute de tension U aux bornes 1-2 du primaire, puis on relie la borne 2 à la borne 3 en laissant la même intensité dans le primaire; on mesure la chute de tension U′ entre les bornes 1 et 4. Si le transformateur est bien repéré, les bornes 1 et 3 étant simultanément positives, les chutes de tension aux bornes des deux enroulements sont groupées en série et U′ doit être plus grand que U; dans le cas d'un transformateur mal repéré, ces chutes de tension sont en opposition et U′ est plus petit que U.

Cette méthode nécessite, bien entendu, du courant alternatif; de plus, cette différence entre U′ et U ne sera appréciable qu'autant que les chutes de tension dans les primaire et secondaire seront à peu près du même ordre de grandeur (du simple au décuple au plus). Dans un transformateur d'intensité de $\frac{1000}{10}$ ampères, par exemple, elle devient inapplicable, U′ étant plus grand ou plus petit que U de 1 0/0, la moindre variation de l'intensité I circulant dans le primaire peut masquer la différence entre U et U′ et même la renverser. Elle ne peut guère non plus être appliquée aux transformateurs de potentiel (même d'un rapport de transformation petit), car elle exigerait la manipulation de hautes tensions dangereuses.

***

Quatrième méthode. — Chez un constructeur qui fabrique beaucoup de transformateurs de mesure, il y a intérêt à utiliser une installation à poste fixe qui permette d'essayer rapidement les transformateurs relativement : à l'isolement, au rapport de transformation, au repérage. On peut, par exemple, réaliser le dispositif indiqué figure 9 pour la vérification des transformateurs de potentiel.

Un transformateur réglable T_1 est branché, une fois pour toutes, d'une façon immuable sur un secteur alternatif et permet d'élever la tension suivant les besoins. Les barres de haute tension AB sont donc toujours exactement repérées par rapport au réseau. Les transformateurs à essayer T_2 sont toujours montés de la même façon; la borne haute tension de gauche, par exemple, reliée à la barre A et l'autre à la barre B, les bornes basse tension sont elles-mêmes connectées à un inverseur repéré. Cet inverseur peut fermer le circuit basse tension sur un voltmètre qui donne, relativement aux indications d'un voltmètre placé sur les barres haute tension, le rapport de transformation; l'autre direction de l'inverseur couple le secondaire sur le gros fil d'un wattmètre. Ce wattmètre ne comporte pas de divisions : il a son zéro au milieu, son fil fin est alimenté par le même réseau que celui qui alimente T_1; l'aiguille n'indique donc qu'un sens relatif des branchements du gros fil et du fil fin, c'est-à-dire un bon ou mauvais repérage de T_2. Cette installation repérée une fois pour toutes

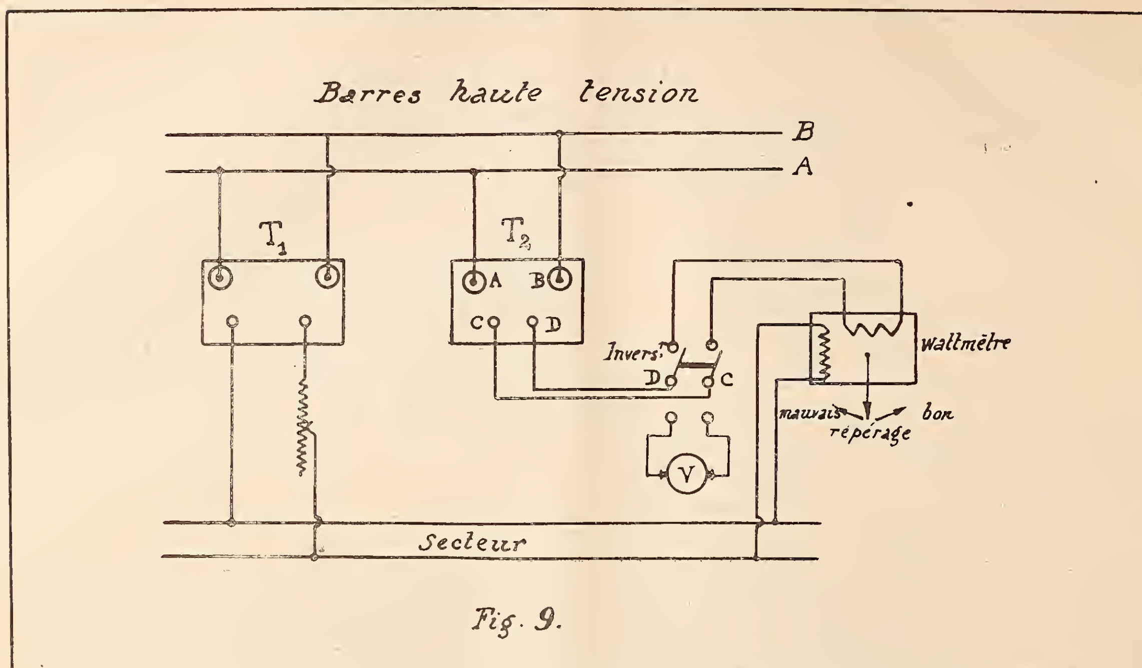


Fig. 9.

peut servir aux essais de n'importe quel transformateur de potentiel, pourvu qu'on apporte la plus grande attention au branchement du transformateur à essayer (on peut utiliser des organes de connexions irréversibles).

Tous les essais se font en une seule fois, le plus rapidement possible, sans fausse manœuvre ni faux branchement.

Cinquième méthode. — Dans le même ordre d'idées, on peut employer une installation à poste fixe pour l'essai des transformateurs d'intensité. On utilise un wattmètre différentiel à deux enroulements gros fil identiques en opposition, branchés aux bornes de shunts alimentés l'un par le primaire, l'autre par le secondaire. Si le transformateur à essayer est bien repéré et si son rapport de transformation est exact, le wattmètre ne dévie pas; s'il est mal repéré, l'aiguille est lancée et cale dans un sens ou l'autre, les enroulements n'étant plus en opposition; enfin, si le rapport de transformation réel n'est pas rigoureusement identique au rapport théorique que l'on désire, le wattmètre dévie un peu dans un sens ou dans l'autre ; on peut alors le graduer en pour cent d'erreur du rapport de transformation, cette erreur étant donnée avec son signe.

4° Repérage des installations polyphasées.

Nous n'envisagerons que le repérage des appareils de mesure ou de commande, celui des moteurs et génératrices étant beaucoup plus simple et les erreurs n'entraînant au plus que des inversions dans le sens de rotation, ce qui est très facile à corriger. Encore peut-on toujours à l'avance trouver le bon branchement de tous les appareils.

Prenons comme exemple le repérage d'une cabine de transformation du courant diphasé haute tension en basse tension.

Nous avons choisi le diphasé de préférence au triphasé, d'abord parce que cette forme de courant est utilisée dans la région parisienne, ensuite parce que dans le triphasé seul la question du sens de rotation des phases est intéressante à connaître, alors qu'en diphasé, en dehors de cette considération, il existe deux circuits très distincts qu'il faut sélectionner et repérer l'un par rapport à l'autre ; la question est donc plus compliquée et le problème se trouve traité d'une façon plus générale.

E. François,
Ingénieur électricien (M. A. S. I. E. F.)

Tours de mains. -- Renseignements pratiques.

Recettes usuelles.

Comment on doit procéder à la vente et à l'achat du matériel électrique d'occasion (1).

Pour apprécier la valeur marchande d'une machine qui se trouve dans un atelier, dans une usine ou dans tout autre endroit où il est possible de la faire fonctionner, il est évident qu'un essai de fonctionnement donnerait sur son état les indications les plus précises. En général, un essai à vide sera seul possible.

Si la machine est placée dans un local où l'essai à vide lui-même n'est pas possible. Il importe pourtant de se faire une opinion.

Nous nous proposons d'examiner ici la façon de procéder dans l'examen d'une machine électrique qu'on ne peut pas faire fonctionner, examen qui doit conduire à son estimation.

A. Cas des génératrices et moteurs à courant continu.

Dans le cas d'une génératrice ou d'un moteur à courant continu on conduit rationnellement un examen dans l'ordre suivant :

1° *Caractéristiques de la machine. Type et ancienneté.* — Il importe d'abord de se rendre compte si les caractéristiques indiquées par le vendeur sont bien exactes. A cet effet on consulte la plaque de la machine qui porte en général la marque du constructeur, les indications de puissance, voltage, vitesse, intensité absorbée ou fournie et le numéro de fabrication. On juge assez facilement par l'encombrement et la forme de la carcasse si la machine est de construction ancienne, ce qui, à certains points de vue, peut diminuer sa valeur intrinsèque.

D'ailleurs si on veut être fixé d'une façon très précise sur la date de sortie des ateliers de construction, on note avec soin le numéro de fabrication et on a la ressource de demander au constructeur à quelle époque approximative se rapporte ce numéro.

2° *Enroulements de l'induit et de l'inducteur.* —
Pour s'assurer que les enroulements ne sont pas à la masse, ce qui implique en général que l'inducteur ou l'induit sont grillés, il faut procéder à une mesure d'isolement. L'instrument qui permet la mesure la plus rapide et la plus simple dans tous les cas est l'ohmmètre à magnéto. La tension est obtenue au moyen d'une magnéto actionnée par une manivelle mue à la main à la vitesse de 2 tours par seconde.

Un dispositif approprié produit le débrayage de la manivelle lorsque la vitesse a atteint une certaine valeur, afin que les mesures soient comparables, puisque la tension est fonction de la vitesse.

L'aiguille avance lentement et la valeur la plus élevée, qui est la valeur réelle de l'isolement, correspond, grâce au dispositif indiqué, à la vitesse limite.

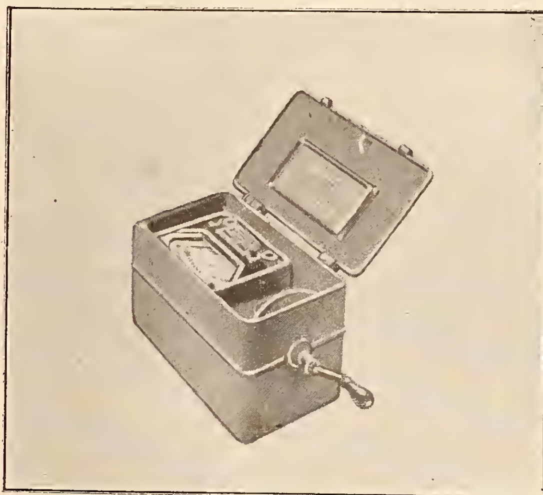


Fig. 3. — Ohmmètre à magnéto.

L'isolement de l'induit doit être surtout minutieusement vérifié, car cet induit est souvent grillé par suite de surcharge ou de court-circuit. Il doit être plus élevé que l'isolement de l'inducteur et atteindre au minimum 2 ou 3 mégohms. Pour l'enroulement de l'inducteur il suffit d'arriver à une valeur de 1 à 1,5 mégohm.

Si, tout en constatant une certaine valeur de l'isolement, celle-ci n'atteint pas le chiffre minimum indiqué, il y a lieu d'opérer un séchage sérieux de la machine qui est sans doute restée longtemps dans une atmosphère humide.

Remarque. — Il est encore utile de toucher et même de gratter l'isolant des fils de l'inducteur, afin de se rendre compte si cet isolant est en bon état. Car il peut arriver qu'on ait mesuré un isolement moyen, mais que cet isolant soit moisi ou peu résistant sur les couches supérieures de fil.

3° *Collecteur.* — Etant donné que la machine a

(1) Voir *Electricien* du 30 septembre 1919.

déjà fonctionné, il est important de se rendre compte que le collecteur *a une épaisseur suffisante* pour que la machine puisse être mise en service sans qu'on ait besoin de refaire ce collecteur.

Il faut aussi constater si ce collecteur n'a pas de rayures.

L'épaisseur du collecteur dépend de la puissance de la machine. Toutefois, plus cette épaisseur est grande, et plus la machine a de valeur, car une épaisseur convenable permet de retourner le collecteur plusieurs fois quand l'usure inégale des lames entraîne une usure trop rapide des balais et un fonctionnement défectueux surtout au point de vue de la commutation.

Pour fixer les idées, le collecteur d'un moteur de 8 à 10 HP doit avoir une épaisseur de 10 à 15 m/m.

D'autre part, même si le collecteur a une épaisseur suffisante, il faut examiner s'il a des rayures, si l'usure des isolants et des lames est inégale, tout ceci nécessitant un tournage de ce collecteur avant la mise en service, ce qui augmente naturellement le prix d'achat de la machine complètement remise en état.

4° *Porte-balais et organes accessoires.* — Il faut aussi examiner soigneusement les porte-balais ; ce sont des organes délicats et qui s'usent avec assez de rapidité. Cet examen consiste surtout à se rendre compte si le jeu des ressorts est encore assez élastique pour assurer une pression suffisante et si le réglage est possible. Sinon, il convient de remplacer ces porte-balais.

Il faut enfin porter son attention sur les trous de fixation situés sur les pattes de la carcasse pour s'assurer que les filets sont en bon état.

Dans le cas de glissières, il importe de s'assurer du bon fonctionnement de la vis qui sert à tendre la courroie.

5° *Rhéostats de démarrage ou d'excitation.* — Les rhéostats de démarrage, dans le cas de moteurs, sont souvent détériorés. S'ils ont servi pendant un temps assez long, il faut examiner le jeu de la manette et surtout les résistances.

Si ces résistances sont recouvertes d'une tôle, il importe d'enlever le capot. Dans le cas où on compte acheter le rhéostat avec le moteur il faut s'assurer que les résistances sont en bon état et que les contatcs entre la manette et les plots sont bons. Mais en général, comme nous l'avons dit, on aura affaire à des appareils en très mauvais état.

Pour les rhéostats d'excitation, il n'en est pas de même. Ces appareils n'ayant pas à subir des à-coups brusques d'intensité sont en général en état de service. On les examine comme des rhéostats de démarrage.

Remarque importante. — Il est évident que la commutation, qui est un point très important, ne peut être jugée qu'en faisant tourner la machine.

On peut se rendre compte si le dispositif permettant un décalage plus ou moins grand des balais fonctionne normalement ; mais à ce point de vue il règne toujours une incertitude.

Cas des machines à courant continu spéciales.

L'examen, réduit à ses grandes lignes, que nous venons d'envisager, se rapporte surtout aux machines normales. Par machines normales nous entendons les moteurs à courant continu servant à la commande de machines ordinaires, sans exigences d'ordre spécial, et les génératrices à courant continu shunt de petite ou moyenne puissance ne travaillant pas dans des conditions particulières de régime.

Mais il est évident que si la machine doit remplir des conditions spéciales au point de vue électrique, les essais à vide, et si possible en charge, peuvent seuls donner d'une façon absolument précise les indications permettant de se rendre compte si le fonctionnement répond aux exigences demandées. Par exemple, on ne peut pas juger par un simple examen, si, dans certaines conditions de charge, les électros sont saturés ou non.

Toutefois pour certaines machines spéciales il est encore possible de tirer de l'examen seul des conclusions intéressantes. Seulement chaque cas est un cas particulier qu'il faudra d'abord traiter par le raisonnement. Et lorsqu'on ne pourra faire l'essai on s'attachera à étudier, par le simple examen de la constitution et des organes, si les conditions de bon fonctionnement sont obtenues au moyen d'une construction rationnelle.

Pour nous faire bien comprendre nous allons traiter un exemple particulier.

Cas particulier d'une génératrice d'électrolyse.

Comme on le sait, les génératrices utilisées dans les différentes applications de l'électrolyse sont à faible voltage, 4 à 15 volts et doivent pouvoir débiter des intensités très fortes allant jusqu'à plusieurs milliers d'ampères.

1° *Il est préférable que les génératrices soient à excitation séparée*, car la courbe de tension a dans ce cas une allure plus régulière. En effet, si on suppose une génératrice d'électrolyse avec auto-excitation, il y aura deux causes qui viendront se superposer pour faire varier la tension lorsque le courant de charge I varie : c'est ce qui se produit souvent à cause des modifications dans les bains, des réactions et des troubles momentanés.

D'abord il se produira une chute de tension due à l'augmentation de I par exemple. Cette chute de

tension amène une diminution de tension aux bornes, qui produit une nouvelle diminution du courant d'excitation. D'où une nouvelle baisse de la tension.

Donc, en comparaison des chutes de tension relatives en % des machines normales, la chute de tension sera ici très forte.

2° *Il est préférable que ces machines soient munies de balais métalliques.* — Comme nous l'avons dit, l'intensité peut atteindre de très grandes valeurs. Il est nécessaire que les surfaces de contact entre balais et collecteur soient suffisantes pour qu'il n'y ait pas échauffement anormal. Les balais en charbon conduiraient en général à des dimensions de collecteur très encombrantes et qui augmentent le prix de la machine. Dans le cas de balais en charbons (pour lesquels la densité de courant admise est moindre que pour les balais métalliques), il importe donc de se rendre compte de la densité de courant ; en général les constructeurs auront donné des dimensions insuffisantes aux surfaces de contact. D'où échauffement et usure.

3° La commutation ayant ici une importance très particulière, toujours à cause des fortes intensités, il est nécessaire d'examiner le collecteur de très près. S'il porte des traces de rayures ou d'usure anormale, c'est qu'en général la commutation n'est pas satisfaisante.

Ajoutons que seul l'essai en charge de ces machines, qui ne nécessite que peu de puissance à cause du faible voltage, donnera des indications très précises sur la commutation et sur l'échauffement des différentes parties, car ces machines sont faites en général pour fonctionner 18 à 20 heures dans la journée.

Exemple d'examen d'une machine à courant continu : cas d'une génératrice d'électrolyse.

Cherchant pour les besoins d'une usine électrochimique une génératrice à courant continu 12 à 15 volts-2.000 à 2.500 ampères, nous avons lu dans une annonce :

Génératrice disponible 3 à 15 volts-2.500 ampères- 540 t : m en bon état.

Nous nous sommes rendus à la Société des Produits Chimiques de Paimbœuf où se trouvait cette machine, qui, après usage, avait été placée dans un magasin assez isolé.

L'essai en était donc impossible pour cette raison et d'autres qui ressortent de la description même.

Nous avons donc procédé à l'examen comme il a été indiqué, en tenant compte des conditions particulières que nous avons mentionnées ci-dessus.

Résultats de l'examen résumés sous forme de rapport.

1° *Description.* — Nous avons lu sur la plaque : machine Postel-Vinay, — 3 à 15 volts, — 2.500 ampères, — 540 tours, — n° 8.013.

La machine possédait une carcasse de forme hexagonale, type assez ancien. Elle nous a paru avoir été construite il y a une quinzaine d'années. Type robuste et largement dimensionné.

Les inducteurs étaient à 6 pôles.

L'induit possédait 2 collecteurs opposés, avec 6 lignes de balais par collecteur, les 2 parties opposées étant montées en parallèle.

La machine était montée sur un long châssis qu'on aperçoit sur la gravure (fig. 4) permettant de recevoir un moteur pour accouplement direct. Mais la machine était seule sans moteur.

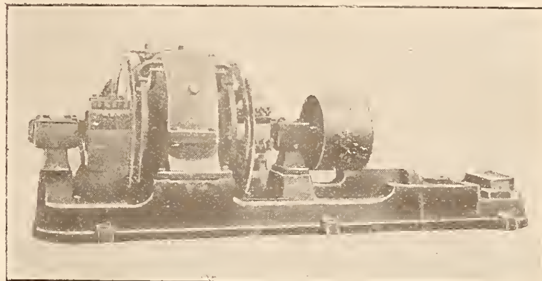


Fig. 4. — Une machine d'occasion.

2° *Essai d'isolement.* — On a effectué l'essai d'isolement qui a donné pour l'induit un isolement de 1,5 mégohm et pour l'inducteur 800.000 ohms.

Cet essai était ici particulièrement important parce que, l'usine fabriquant du chlore liquide, la machine était restée pendant assez longtemps dans une atmosphère chargée de vapeurs de chlore. L'isolant des inducteurs était décoloré pour la raison mentionnée, mais il résistait bien au grattage, la couche supérieure étant seule atteinte par les vapeurs acides.

L'induit ne présentait aucune trace de coup de feu ni de détériorations.

3° *Collecteur.* — Le collecteur paraissait en bon état. L'épaisseur était d'environ 18 m/m. Il semblait n'avoir jamais été retourné et ne présentait aucune rayure.

4° *Balais et porte-balais.* — Les balais étaient en charbon tendre. Il y avait, comme on l'a dit, 6 lignes de balais par collecteur et 6 balais par ligne.

Dimensions de chaque balai 20 m/m × 35 m/m, soit en surface 7 cm².

D'où pour les 6 balais d'une rangée 42 cm². Avec

une intensité totale de 2.500 ampères on a $\frac{2.500}{2}$ = 1.250 ampères par collecteur soit $\frac{1.250}{6}$ = 210 ampères environ par ligne de balais. La densité de courant est donc avec une intensité de 2.500 ampères

$$\frac{210}{42} = 5 \text{ ampères par cm}^2.$$

ce qui est un chiffre très acceptable puisqu'on admet jusqu'à 12 ampères par cm^2 pour des charbons tendres.

Points particuliers.

5° *Renseignements demandés.* — La machine avait été utilisée pendant une année pour différents essais. D'après ces essais et les diagrammes mis sous nos yeux qui avaient été obtenus au moyen d'un ampèremètre enregistreur, la machine avait fonctionné pendant plusieurs jours à 1.500 ampères sous une tension entre 11 volts et 12,5 volts — et à 2.500 ampères sous 11 volts. On affirmait que la commutation aux différents régimes de marche était tout à fait satisfaisante à condition d'avoir un décalage convenable des balais. D'autre part, sous la tension de 11 à 12,5 volts la résistance du rhéostat de champ n'était pas complètement intercalée dans le circuit des inducteurs. Ceci signifiait qu'on pouvait obtenir un courant d'excitation plus élevé que le courant circulant dans les inducteurs pour ce régime de marche.

6° *Mode d'excitation.* — La machine était construite pour fonctionner sous excitation séparée de 110 volts. Pour pouvoir utiliser cette machine il faut donc avoir du courant continu 110 volts, ce qui était le cas dans notre usine.

Remarque. — Si on ne possède pas dans l'usine du courant continu 110 volts, on peut installer une petite génératice de faible puissance actionnée par courroie.

7° *Balais et porte-balais.* — Bien que n'étant pas métalliques, les balais nous ont paru assez largement dimensionnés pour pouvoir supperter l'intensité demandée.

Les porte-balais de construction ancienne, mais robustes, paraissaient en bon état, les contacts étant bien assurés et ils exigaient simplement une revision et une mise au point.

Conclusion. — De tous ces différents points, il résultait que la machine pouvait convenir pour l'emploi que nous désirions en faire — malgré son type un peu ancien, ce désavantage étant compensé par une construction largement conçue et robuste.

Nous avons demandé le remplacement des balais manquants, la visite des porte-balais, un nettoyage soigné, et qu'on donne une couche de peinture.

Le prix de 10.000 francs demandé à cette époque ne nous avait pas paru exagéré en comparant avec les prix des dynamos neuves de même caractéristiques que nous avions demandés à différents constructeurs.

Remarque au sujet du rhéostat d'excitation. — Le rhéostat d'excitation de cette machine était complètement détérioré. Pour en faire établir un nouveau nous avons mesuré la résistance des inducteurs. Pour cela nous avons tout simplement amené une dérivation de la ligne d'éclairage (courant continu 110 volts), qui existait dans le magasin, aux bornes de l'inducteur. Nous avons branché dans le circuit un ampèremètre à faible échelle et un voltmètre aux bornes.

$$\text{I mesuré} = 4 \text{ ampères. V} = 110 \text{ volts.}$$

$$\text{Résistance} = \frac{110}{4} = 28 \text{ ohms.}$$

Avec cette donnée un constructeur de rhéostats peut fabriquer cet appareil, même sans consulter la caractérisque à vide.

Nous avons eu soin de commander ce rhéostat avec un assez grand nombre de plots pour pouvoir régler la tension sans à-coups et d'une façon aussi précise que possible.

Annexe : *Appareils de mise en marche et de contrôle.*

Nous avons commandé pour cette machine :

1 interrupteur unipolaire marque Vedovelli, 2.700 ampères à rupture brusque avec coupe-circuits à cartouche, sur socle marbre, prises arrière, fusibles calibrés pour une intensité de 2.500 ampères.

1 ampèremètre enregistreur courant continu échelle de 3000 ampères à aimant marque Compagnie des Compteurs — shunt séparé pour 3.000 ampères — déroulement continu de la bande à la vitesse de 30 m/m à l'heure — cage vitrée — remontage à la main.

Ce choix d'appareils a été raisonné :

Nous avons choisi un interrupteur unipolaire et non bipolaire à cause du prix qui est déjà très élevé pour un appareil unipolaire.

Pour l'ampèremètre, nous avons estimé qu'un ampèremètre enregistreur devait rendre les plus grands services. Même dans le cas où on ne réserve pas spécialement la machine pour des essais spéciaux, il est utile de suivre les variations de l'intensité avec les différentes causes énumérées plus haut.

LÉON DEPIERRIS,
Ingénieur E. S. E., ancien professeur d'essais de machines à l'école Bréguet.

La Standardisation de l'Industrie électrique.

A la semaine de Motoculture de Senlis nous avons entendu des constructeurs dire : « Ne perdons pas de vue l'Electroculture, malheureusement l'unification électrique n'est pas faite, et actuellement il faut étudier un matériel pour chaque client ! » Ce n'est pas tout à fait exact.

La standardisation électrique est en bonne voie et nous publions ici la suite des décisions du Comité (1).

Les renseignements spéciaux à chaque type de machines.

Voici le détail des renseignements à fournir pour les diverses catégories de machines :

Génératrice de courant continu :

Puissances aux bornes, en kilowatts ; genre de service ; tension entre bornes, en volts ; courant, en ampères ; vitesse de rotation, en tours par minute ; mode d'excitation.

Observation. — Pour la tension, il est recommandé de s'en tenir à des tensions correspondant aux tensions-types de distribution (115, 230 et 460 volts) augmentées d'environ 10 %, à savoir : 125, 250 et 500 volts.

Moteur à courant continu :

Puissance sur l'arbre, en kilowatts ; Genre de service ; Tension entre bornes, en volts ; Courant approximatif, en ampères ; Vitesse de rotation, en tours par minute ; Mode d'excitation.

Observation. — Pour la tension, il est recommandé de s'en tenir à des tensions correspondant aux tensions-types de distribution, à savoir : 115, 230 et 460 volts.

Alternateur synchrone :

Nombre de phases : Fréquence, en périodes par seconde ; Puissance apparente aux bornes, en kilovolt-ampères ; Genre de service ; Tension entre bornes, en volts, à la puissance normale ; Facteur de puissance du circuit à alimenter ; Courant, en ampères ; Vitesse de rotation, en tours par minute ; Tension d'excitation, en volts ; Courant d'excitation maximum, en ampères ; Elévation de tension, en centièmes, pour le facteur de puissance spécifié.

Observations. — Il est recommandé de s'en tenir aux valeurs-types de distribution, savoir :

Pour la fréquence : 50 périodes par seconde ;

Pour le nombre de phases : 3 ;

Pour les tensions, aux tensions-types de distribution augmentées d'environ 10 %, à savoir :

Pour les courants triphasés (pour lesquels les tensions-types de distribution jusqu'à 10.000 volts sont : 115, 115 3 = 200, 500, 1.000, 3.000, 5.500 et 10.000 volts) : 125, 220, 550, 1.100, 3.500, 6.000 et 11.000 ;

Pour les courants alternatifs simples (pour lesquels les tensions-types de distribution sont 115 et 230 volts) : 125 et 250 volts.

A défaut d'indication contraire, le facteur de puissance sera supposé égal à 0,8.

Moteur synchrone :

Nombre de phases ; Fréquence, en périodes par seconde ; Puissance sur l'arbre, en kilowatts ; Genre de service ; Courant approximatif, en ampères ; Tension d'alimentation, en volts ; Vitesse de rotation, en tours par minute ; Facteur de puissance ; Puissance réactive à fournir, si le moteur est destiné à améliorer le facteur de puissance d'un réseau ; Tension d'excitation, en volts ; Courant maximum d'excitation, en ampères ; Méthode prévue pour la mise en marche, et source de puissance disponible à cet effet.

Observations. — 1° A défaut d'indication contraire, le moteur doit développer toute sa puissance sous le facteur de puissance 1,00.

2° Pour la fréquence, le nombre de phases et la tension d'alimentation, il est recommandé de s'en tenir à des valeurs correspondant aux valeurs-types de distribution (voir ci-dessus).

Moteur asynchrone :

Nombre de phases ; Fréquence, en périodes par seconde ; Puissance mécanique sur l'arbre, en kilowatts ; Genre de service ; Tension d'alimenta-

(1) V. *l'Electricien* du 31 août 1919.

tion, en volts ; Courant approximatif, en ampères ; Vitesse de rotation à la puissance normale, en tours par minute ; Disposition du rotor, bobiné ou en cage d'écureuil ; dispositif de démarrage ; Tension entre bagues, au repos, pour les moteurs sans collecteur autres qu'à court circuit permanent ; Rapport du couple de démarrage au couple normal ; Courant de démarrage, en ampères.

Observations. — 1° Pour la fréquence, le nombre de phases et la tension d'alimentation, il est recommandé de s'en tenir à des valeurs correspondant aux valeurs-types de distrinution (voir plus haut).

2° Sauf indication contraire, le stator est supposé recevoir le courant d'alimentation.

3° Les deux dernières indications seront données pour l'ensemble du moteur et des appareils de démarrage.

Transformateur de courant alternatif :

Nombre de phases ; Fréquence, en périodes par seconde ; Puissance apparente aux bornes secondaires, en kilovolts-ampères ; Genre de service ; Tension primaire entre bornes, en volts ; Tension secondaire entre bornes, en volts, à vide et en charge à la puissance normale, avec indication du facteur de puissance du circuit alimenté.

Tension de court-circuit, en volts ; Courant primaire à vide, en ampères ; Facteur de puissance de l'essai en court-circuit ; En outre, pour les transformateurs de courants triphasés : Mode de connexions des enroulements conformément aux diagrammes détaillés ci-après.

Observations. — 1° Quel que soit le rôle d'un transformateur élévateur ou abaisseur, les bornes primaires sont celles qui sont reliées à la source d'énergie, les bornes secondaires celles qui sont reliées aux appareils récepteurs d'énergie.

2° Quand les transformateurs doivent comporter des bornes neutres, ou des prises de courant intermédiaires, les indications correspondantes doivent être détaillées.

3° Pour les transformateurs refroidis par circulation d'air forcé, d'huile ou d'eau, on indiquera le débit du fluide, la pression nécessaire pour assurer la circulation dans l'appareil, enfin la température du fluide refroidissant à son entrée dans le transformateur.

4° A défaut d'indication contraire, le facteur de puissance du circuit alimenté par le secondaire est supposé égal à 0,8.

Commutatrice de courant alternatif en courant continu :

Puissance aux bornes du côté continu, en kilowatts ; Genre de service ; Tension du côté continu, en volts ; Courant continu, en ampères ; Nombre de phases du courant d'alimentation et de la commutatrice ; Fréquence du courant alternatif, en périodes par seconde ; Facteur de puissance, s'il y a lieu ; Mode de démarrage.

Observations. — A défaut d'indication contraire, le facteur de puissance sera supposé être 1,00. Lorsque la commutatrice doit pouvoir transformer la puissance dans les deux sens, il y a lieu de le spécifier.

LES MARQUES DES MACHINES

Toute machine doit porter les indications nécessaires pour la définir et permettre son emploi.

A cet effet, elle recevra, dans tous les cas, une **plaque signalétique**, et, s'il y a lieu, les **diagrammes** et **marques de bornes** nécessaires.

PLAQUE SIGNALÉTIQUE

La plaque portera :

1° Le nom du constructeur ; 2° Un numéro d'ordre de fabrication ; 3° Les indications techniques suivantes, selon la nature de la machine.

Observation. — L'absence de toute indicatfon relative au service implique que la machine est destinée à un service continu.

Géneratrice de courant continu :

Génératrice C. C. ; Mode d'excitation ; Puissance normale, en kilowatts ; Service ; Tension entre bornes, pour la puissance normale, en volts ; Courant, en ampères ; Vitesse de rotation, en tours par minute.

Moteur à courant continu :

Moteur C. C. ; Mode d'excitation (série, dérivation ou composée) ; Puissance utile, en kilowatts ; Service ; Tension, en volts ; Courant approximatif en ampères ; Vitesse de rotation à la puissance normale, en tours par minutè.

Alternateur :

Alternateur ; Nombre de phases ; Fréquence, en périodes par secondes ; Puissance apparente utile, en kilovolt-ampères ; Service ; Tension entre bornes, en volts ; Courant, en ampères ; Facteur de puissance ; Vitese de rotation, en tours par minute ; Excitation, en volts et ampères, valeurs maximum.

Moteur synchrone :

Moteur synchrone ; Nombre de phases ; Fréquence, en périodes par seconde ; Puissance utile, en kilowatts ; Service ; Tension entre bornes, en

volts ; Courant, en ampères ; Vitesse de rotation en tours par minute ; Excitation, en volts et ampères, valeurs maximum.

Moteur asynchrome.

Moteur asynchrone: : Nombre de phases; Fréquence, en périodes, par seconde; Puissance utile, en kilowatts; Service; Tension entre bornes, en volts; Courant pour la puissance normale, en ampères; Facteur de puissance pour la puissance normale; Vitesse de rotation, à la puissance normale en tours par minute; Tension entre bagues en circuit ouvert, si elle dépasse 150 volts.

Transformateur.

Transformateurs; Nombre de phases; Fréquence en périodes par seconde; Puissance apparente utile aux bornes secondaires, en kilovolts-ampères; Service; Tension primaire entre bornes, en volts; Tension secondaire à vide et en charge en volts; Tension de court-circuit en volts; Courant secondaire, en ampères; Facteur de puissance prévu pour le circuit alimenté par le secondaire.

Communatrice.

Communatrice; Nombre de phases de la commutatrice; Fréquence, en périodes par seconde; Puissance utile aux bornes du côté continu, en kilowatts; Service; Tension entre bornes du côté continu, en volts; Facteur de puissance; Vitesse de rotation, en tours par minute; Courant minimum d'excitation, en ampères.

MARQUE DES BORNES DES TRANSFORMATEURS, DIAGRAMMES

Les bornes de tous les transformateurs sont marquées comme il est dit ci-après; les transfor-

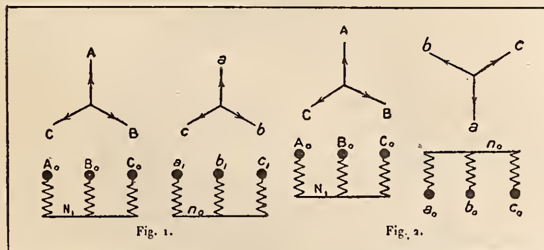


Fig. 1. Fig. 2.

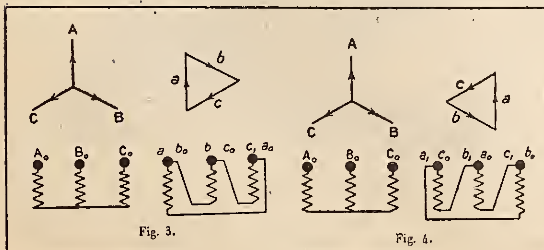


Fig. 3. Fig. 4.

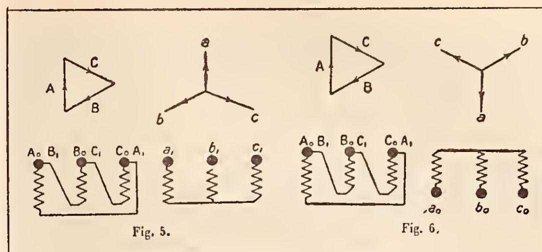


Fig. 5. Fig. 6.

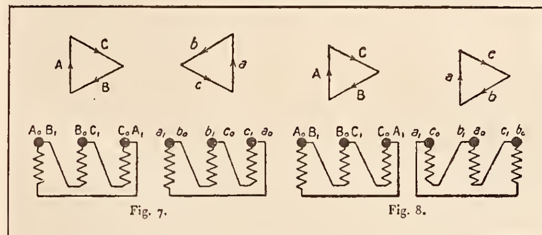


Fig. 7. Fig. 8.

mateurs polyphasés portent, en outre, un diagramme vectoriel donnant les relations de phase.

Marque des bornes. — Les bornes d'un transformateur simple sont marquées par les lettres T pour le circuit de haute tension, et *t* pour le circuit de basse tension.

La borne neutre, s'il y a lieu, est marquée N ou *n*.

Les lettres seront accompagnées d'indices 0, 1, 2, etc., qui se succéderont de manière qu'ils croissent dans le même sens que la force électromotrice dans chaque circuit au même instant.

Exemple :

Si le transformateur comporte deux ou plusieurs enroulements destinés à être réunis en série ou en parallèle, les indices sont simples pour le premier, doublés pour le second, et ainsi de suite.

Les *bornes d'un transformateur triphasé* sont marquées conformément aux indications des diagrammes de connexions, ainsi qu'il est détaillé ci-après :

Diagramme vectoriel. — Le *diagramme vectoriel* indique les relations de phase des circuits de haute et basse tension. Les lettres majuscules se rapportent aux circuits de haute tension; les minuscules aux circuits de basse tension.

Les figures suivantes donnent, pour les principaux groupements, les *diagrammes vectoriels à marquer sur la plaque,* à titre indicatif seulement ; on a figuré parallèlement les diagrammes de connexions correspondantes, avec les marques des bornes.

Dans ce tableau, ne figurent pas les montages en zigzag, leur représentation est, provisoirement, réservée.

Ce que tout électricien doit savoir.

Du choix d'un moteur électrique.

++++++++++++++++++++++++

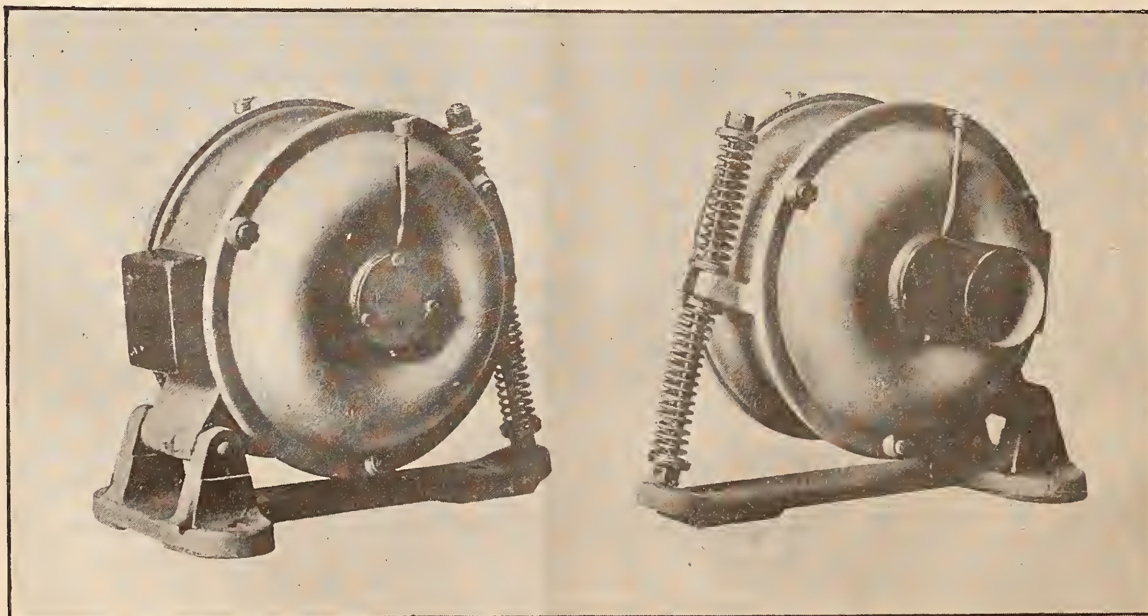
L'électricité pénètre chaque jour dans des industries nouvelles. Nous nous proposons de rappeler dans cette rubrique les principes généraux relatifs à l'emploi du matériel électrique.

Quand un industriel décide d'équiper électriquement ses ateliers ou ses machines, il s'adresse dans la plupart des cas à un installateur ou à un constructeur local de matériel électrique qui organise l'installation selon ses propres conceptions et généralement en conformité de ses intérêts ou tout au moins en vue de vendre le matériel dont il est dépositaire. C'est un acte commercial très naturel dont on ne saurait le blâmer. mais l'industriel qui se livre ainsi sans réflexion a-t-il bien le droit de se plaindre s'il arrive ensuite que son installation ne lui donne pas satisfaction, qu'elle lui revient à un prix excessif, ou que la consommation d'énergie est exagérée ? N'aurait-il pas mieux fait de s'adresser à un ingénieur-conseil qui l'aurait guidé comme un architecte guide un propriétaire à propos d'une construction ? Les honoraires de l'ingénieur-conseil sont compensés largement par les erreurs, toujours possibles, commises par l'installateur, comme les suppléments, plus-values, etc., du maçon, du serrurier, du charpentier dépassent et au-delà les émoluments de l'architecte quand un propriétaire fait exécuter une construction par ses propres moyens. Il n'est donc pas recommandable pour un industriel sérieux d'abandonner le choix des machines, la rédaction des marchés, la réception de son matériel, la distribution d'énergie électrique tout entière à l'inspiration ou à la bonne volonté d'un installateur de Paris ou de province. Nous lui conseillons de faire comme les grandes sociétés (métallurgiques, minières, etc.) c'est-à-dire de s'adresser à un ingénieur-conseil connu ou dont la notoriété soit certaine ou tout simplement à un expert inscrit sur les listes des Tribunaux de Commerce, que les greffes lui indiqueront partout sur simple demande.

***

L'application des moteurs électriques aux nécessités industrielles est universelle. La commande électrique a pénétré partout.

Elle a lieu par groupe de machines-outils de même régime commandées par une même transmission ou mieux on a recours à la *commande individuelle* de chaque machine par un moteur séparé. C'est par exemple le cas des machines à imprimer,



Moteurs triphasés pour métier à tisser avec basculeur à ressort (Cie électro mécanique).



Un atelier (filature) avec moteurs individuels (Cie électro mécanique).

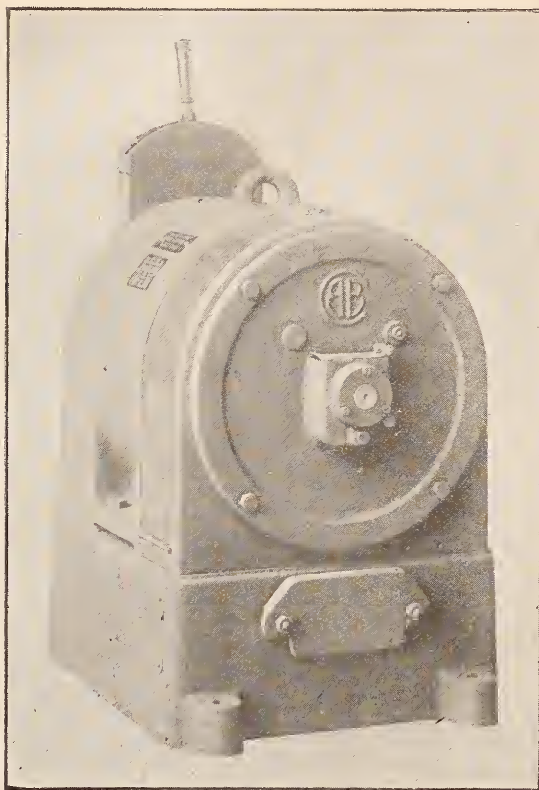
monotypes et linotypes, qui exigent une vitesse uniforme, des machines utilisées dans la blanchisserie où les poussières doivent être exclues, des métiers à rubans, etc. Avec la commande individuelle l'ouvrier est à chaque instant maître de sa machine, de sa mise en marche, de son arrêt, de sa vitesse et, en dehors de cette extrême commodité, l'expérience montre qu'en fin de compte, avec certaines précautions indiquées plus loin, l'économie d'énergie réalisée sur les autres modes de commande est tout à fait appréciable.

Est-il besoin d'ajouter que grâce à cette commande individuelle les poussières, les courroies, l'enchevêtrement disgracieux des anciennes usines sont complètement évités. L'hygiène du travail est beaucoup améliorée, la manutention des pièces dans l'atelier est facilitée à l'aide des ponts roulants et des grues électriques; on arrive alors à ces usines claires, spacieuses, élégantes, ordonnées, où l'élaboration des travaux s'effectue dans un ordre mathématique, où la standardisation et la taylorisation permettent d'abaisser le prix de revient et par conséquent le prix de vente dans des conditions impossibles à réaliser sans cette commande électrique.

Il n'est pas sans intérêt de comparer incidemment ici les frais d'établissement de la commande par groupe de machines avec les mêmes frais relatifs à la commande individuelle.

Pour un atelier de 15 à 20 chevaux comportant des machines-outils de toutes sortes (tours, machines à percer, étaux limeurs, etc.), de puissance unitaire de 2 à 5 chevaux, on comptait, avant la guerre, pour les machines et la transmission, 150 fr. par cheval installé avec la commande par groupe et une augmentation de 15 à 20 pour 100 pour tenir compte des frais supplémantaires entraînés par la commande individuelle, soit par conséquent 175 à 180 fr. par cheval.

Si d'autre part on tient compte de l'excès des pertes dans la transmission par groupe sur les pertes d'énergie dans la commande individuelle, il est clair qu'une compensation s'établit très vite entre l'excès des dépenses de premier établissement



Un moteur blindé (pour filature)

du 2e cas sur le 1er et les dépenses annuelles d'énergie. Naturellement cette compensation dépend du prix du kilowatt heure. On peut l'estimer à 2 ans avec un prix du kilowatt-heure faible, 0 fr. 10 par exemple, et à un an avec un prix du kilowatt-heure moyen 0 fr. 20 ou 0 fr. 25.

Comme on le voit, ces conclusions sont nettement favorables à la commande individuelle. Rappelons que l'*Electricien* a indiqué dans un précédent numéro (15 juillet 1919, page 21) le moyen pratique de déterminer *a priori* la puissance qu'il convient de choisir pour un moteur d'atelier.

Le tableau suivant peut être aussi consulté avec fruit :

TYPES DE MACHINES	Puiss. en chev.
Perceuse sensitive	0,25
Perceuse verticale de 300 à 500 ^{mm}	1,00
— 550 à 600 —	1,50
— 650 à 750 —	2,50
— 750 à 1000 —	3,50
Perceuse radiale de 1000 à 1500 ^{mm}	2,00
— 1800 à 2400 —	3 à 5
Tour parallèle de 275 à 300 ^{mm} de haut. de pointes	2,00
— 325 à 375 — —	2,50
— 450 à 525 — —	3,5
— 600 à 675 — —	5,0
— 750 — —	6,0
— 900 — —	7,5
— 1.050 — —	10,0
Tour vertical de 925^{mm}	5,0
— $1^{m}25$	5,0
— $1^{m}50$	6,0
— $1^{m}80$	7,5
— $2^{m}1$ à $2^{m}7$	10
— 3^{m}	12
— $3^{m}5$ à $4^{m}80$	15
— $4^{m}80$ à $7^{m}5$	18
Raboteuse (un seul outil) $0^{m}50 \times 0^{m}50 \times 1^{m}80$.	3,5
— — $0^{m}75 \times 0^{m}75 \times 2^{m}40$.	5,0
— — $1^{m}05 \times 1^{m}05 \times 3^{m}$	7,5
Raboteuse (2 outils) $1^{m}50 \times 1^{m}50 \times 3^{m}60$	10
— — $1^{m}80 \times 1^{m}80 \times 4^{m}20$	15
— — $2^{m}10 \times 2^{m}10 \times 5^{m}40$	20
— — $2^{m}70 \times 2^{m}70 \times 7^{m}20$	30
— — $3^{m}60 \times 3^{m}60 \times 7^{m}20$	40
Mortaiseuse 300^{mm} de course	5
— 450 — —	7,5
— 600 — —	10
— 740 — —	15
Etau-limeur 400^{mm} de course	2
— 600 — —	3
— 750 — —	5
Fraiseuse de 600^{mm} de course	7,5
— 900 — —	10
— $1^{m}05$, $1^{m}20$ à $1^{m}80$	15, 18 à 20

Dans un prochain article, nous examinerons les propriétés caractéristiques des moteurs Shunt, série et compound.

M. S.

LÉGISLATION

Le régime de brevets en Alsace-Lorraine.

Le *Journal officiel* a publié l'arrêté suivant :

Art. 1er. — En territoires recouvrés d'Alsace et de Lorraine, les demandes de brevets d'invention peuvent, à titre provisoire, être déposées suivant les conditions prévues par la loi du 5 juillet 1844 modifiée par la loi du 7 avril 1902, dans les commissariats de la République de Metz, Strasbourg et Colmar, où il sera dressé procès-verbal du dépôt.

Art. 2. — Les fabricants, commerçants ou agriculteurs alasaciens ou lorrains peuvent de même effectuer le dépôt de leurs marques de fabrique ou de commerce au greffe du tribunal régional de leur domicile, dans les conditions prévues par les lois du 23 juin 1857 et 3 mai 1890 et par le règlement d'administration publique du 27 février 1891.

Art. 3. — Le dépôt des dessins et modèles peut enfin, dans les conditions de la loi du 14 juillet 1909 et du règlement d'administration publique du 26 juin 1911, être effectué au secrétariat du conseil des prud'hommes et, à défaut, au greffe du tribunal régional du domicile du déposant.

La mission française en Amérique (1)

Relativement au choix d'un système de traction électrique, le rapporteur conclut en faveur du courant continu à 3.000 volts.

Nous avons étudié avec un soin particulier cette installation du Chicago, Milwaukee and Saint-Paul Railway ; et tous les membres de la mission ont été unanimes à reconnaître que cette électrification, de beaucoup la plus importante du monde, était en même temps très supérieure à toutes les autres, par l'excellence de son fonctionnement technique à tous les points de vue.

L'énergie électrique est fournie par la Montana Power Company, sous forme de courants triphasés à 100.000 volts, et transformée en courant continu à 3.000 volts, dans des sous-stations rotatives, comprenant des moteurs-générateurs, qui sont constitués par un moteur synchrone et deux dynamos à courant continu, montées sur le même arbre et accouplées électriquement en série, de façon à produire chacune 1.500 volts seulement sur son collecteur.

Ces sous-stations sont la partie la plus délicate et la plus onéreuse de ce système de traction ; mais elles sont au nombre de quatorze seulement pour 710 kilomètres (environ tous les 50 kilomètres) et ont un fonctionnement excellent. Elles nécessitent seulement chacune un personnel de trois hommes, un chef et deux aides pour une marche permanente, avec une puissance de 4.000 ou 6.000 kilowatts. Par l'emploi de dispositifs protecteurs sur les collecteurs et d'interrupteurs extra-rapides dans le circuit général, on est arrivé à supprimer les accidents résultant du phénomène le plus redoutable avec le courant continu : le coup de feu au collecteur (appelé souvent flash ou flache), en cas de court-circuit.

L'excellente mise au point de l'organisation de ces sous-stations est pour beaucoup dans le succès obtenu par le courant continu à haute tension.

A la tension relativement faible de 3.000 volts sur la ligne de contact (au lieu de 11.000 à 15.000 v., pour le monophasé) correspond une grande intensité de courant à capter pour la traction des trains lourds. L'expérience a montré qu'avec un fil de contact double, et un archet pantographe à double sabot et quadruple contact, on capte facilement 1.500 à 2.000 ampères à la vitesse de 80 à 96 kilomètres : h, et 4.000 à la vitesse de 25 kilomètres : h, ce qui est plus que suffisant pour les trains les plus lourds et les puissances les plus grandes.

(1) V. *l'Electricien* du 30 septembre 1919.

Les locomotives sont d'une grande facilité de conduite et d'un fonctionnement parfait, le moteur-série à courant continu étant d'ailleurs le moteur idéal pour la traction, comme l'a depuis longtemps montré l'expérience de tramways et chemins de fer électriques de banlieue. Elles sont pourvues d'un freinage électrique avec récupération, merveilleusement réglable, qui assure la marche la plus souple dans les descentes et occasionne une économie importante de courant et surtout de bandages et de sabots de frein. Un seul bobineur, avec un aide, assure l'entretien de 336 moteurs des 42 locomotives en service ; l'ancien dépôt de locomotives à vapeur de Deer Lodge, correspondant à 360 kilomètres de ligne, a suffi largement pour l'installation du dépôt des locomotives électriques et des ateliers de réparation pour la longueur totale électrifiée, soit 710 kilomètres.

Une seule locomotive remorque les trains de voyageurs de 900 à 1.000 tonnes américaines (1), même dans les rampes de 20 mm : m, les trains de marchandises de 2.800 tonnes américaines sont traînés par une seule locomotive dans les rampes de 10 mm : m (l'effort de traction est alors de 32,8 tonnes métriques) et par deux locomotives pour les pentes supérieures. Le poids remorqué moyen par train de marchandises est d'environ 1.900 tonnes américaines. Dans les trains comportant deux locomotives, la seconde machine est placée au milieu du train et non à la queue ; il faut d'ailleurs remarquer que la dérive n'est pas à craindre en Amérique, tous les trains de marchandises comme ceux de voyageurs étant munis du frein automatique à air comprimé sur tous les wagons.

Un avantage considérable du système de traction à courant continu est qu'il ne semble apporter que des perturbations insignifiantes aux lignes télégraphiques et téléphoniques ; nous avons pu nous rendre compte qu'on téléphonait fort bien sur les lignes de service du chemin de fer placées tout le long de la voie en fil aérien, sans appareil de protection.

Un appareil télégraphique imprimeur multiplex, faisant le service entre Spokane et Helena à travers un circuit à retour par la terre, détourné

(1) La tonne américaine est de 907 kilos environ.

spécialement pour nous, de façon à emprunter un fil placé sur les poteaux du chemin de fer électrique sur une longueur de 270 kilomètres, a fonctionné parfaitement pendant huit jours sans même être troublé par trois courts-circuits francs faits intentionnellement, entre le fil de contact et le rail, sur le trajet du fil télégraphique.

Malgré la perte d'énergie due à la transformation du courant triphasé en courant continu dans des sous-stations rotatives tournant d'une façon permanente, quelle que soit la charge, alors que le nombre journalier de trains est assez réduit, savoir : deux trains de voyageurs et trois à quatre trains de marchandises dans chaque sens, le rendement de la traction est bon, 27 *watts-heure par tonne métrique-kilomètre remorquée,* ce qui correspond à un rendement global de 50 % depuis l'énergie achetée au producteur jusqu'au crochet d'attelage,

7°. — Conclusions relatives au choix d'un système de traction électrique.

Devant les résultats remarquables obtenus par le Chicago, Milwaukee and Saint-Paul Railway, en courant continu à 3.000 volts, le rapporteur n'hésite pas à conclure formellement en faveur de l'adoption de ce système, qu'il estime être actuellement le seul véritablement au point, pour la traction électrique des grandes lignes.

Il est possible qu'avec le monophasé, qui présente à première vue l'avantage de se prêter à une grande variété de combinaisons, on arrive un jour à un fonctionnement satisfaisant, mais il est hors de doute que la pratique actuelle est loin de cet état désirable de mise au point.

Le courant continu présente l'inconvénient d'être un peu plus onéreux de première installation, à cause des sous-stations rotatives destinées à transformer le courant triphasé à 50 p : s généralement produit dans les centrales ; toutefois, il faut remarquer que pour bénéficier d'une économie à cet égard avec le monophasé, il faut en gendrer directement ce courant monophasé à faible fréquence (16 p : s) au moyen de groupes électrogènes spéciaux, faute de quoi, si l'on veut utiliser le courant produit normalement par les centrales (triphasé à 50 p : s), il faut recourir à la transformation rotative aussi bien avec le monophasé qu'avec le continu. A ce point de vue, le courant continu offre l'avantage de se prêter à l'utilisation du courant de n'importe quelle centrale, dans les mêmes conditions.

En ce qui concerne la dépense d'exploitation, des calculs complets et précis faits par les services techniques des compagnies pourront seuls établir la comparaison entre les divers systèmes ; le rapporteur estime toutefois que l'écart ne sera pas considérable et n'aura pas à entrer en ligne de compte pour le choix du système.

L'absence presque complète de perturbations sur les lignes téléphoniques et télégraphiques constitue, pour le courant continu, une supériorité très considérable sur les autres systèmes.

Nous n'avons pas parlé du triphasé qui n'a en Amérique qu'une application locale insignifiante; malgré certains avantages obtenus par les Italiens, nous sommes d'avis de le rejeter, spécialement par suite de la complication et du prix élevé d'installation et d'entretien de ses deux lignes de contact.

8°. — Considérations économiques sur la traction électrique.

Au point de vue économique, les documents que nous rapportons d'Amérique sont beaucoup moins complets et moins précis que les renseignements techniques.

D'autre part, il est nécessaire, pour conclure de l'expérience américaine à l'avenir économique de la traction électrique européenne, de faire subir aux chiffres des modifications considérables, à cause des deux principales constantes qui différencient l'exploitation américaine de l'exploitation européenne : 1° en Amérique, l'attelage employé a une résistance à la rupture d'environ 135 tonnes, et on peut admettre des efforts de traction allant jusqu'à 40 tonnes ; en Europe, les attelages sont de deux modèles, dont les résistances à la rupture sont respectivement 35 et 55 tonnes, et les efforts de traction admis sont limités à 10 tonnes (exceptionnellement 12 à 15 tonnes, en Suisse) ; 2° En Amérique, tous les wagons de voyageurs de marchandises sont munis du frein à air comprimé.

Il résulte de là qu'on emploie en Amérique des locomotives deux à trois fois plus puissantes, des trains de marchandises deux à trois fois plus longs et plus lourds qu'en Europe, et que le personnel de conduite des trains de marchandises est relativement beaucoup moins nombreux, ce qui modifie complètement les dépenses d'exploitation.

Des calculs précis faits par les compagnies et surtout les résultats des premières électrifications exécutées et la considération des prix exacts du charbon, pourront seuls permettre de savoir dans quelles conditions la traction électrique sera plus économique que la traction à vapeur ; on sait déjà, d'ailleurs, que l'économie sera surtout sensible sur les lignes à grande déclivité et à grand trafic et il est probable que pour beaucoup de lignes s'écartant par trop de ces conditions, la traction électrique sera plus onéreuse que la traction à vapeur.

A. MAUDUIT
Professeur à la Faculté des Sciences de Nancy.

La traction électrique

ET LES CHEMINS DE FER A VOIE ÉTROITE

L'électrification de nos grandes lignes de chemins de fer a fait l'objet d'études qui vont entrer en voie d'exécution d'autant plus rapidement que se manifeste la nécessité impérieuse de ménager les ressources en charbon d'une production mondiale de plus en plus déficitaire.

Mais ce progrès s'appliquera-t-il à la catégorie tout aussi intéressante, bien que plus pauvre, des lignes à voie de 1 mètre ou de 0m,60? Une telle question acquiert une importance nouvelle au moment de la reconstitution de noe réseaux secondaires. Ceux-ci ont été atteints pour la plupart par la guerre, soit qu'ils aient eu à souffrir directement des hostilités, soit que leur matériel ait été réquisitionné pour les besoins militaires. De plus, une quantité considérable de voie de 0m,60 avait été approvisionnée en dernier lieu par les différentes armées et il est à espérer que ce matériel va être rapidement utilisé, soit pour des lignes d'intérêt local, soit dans les grandes exploitations industrielles ou agricoles, par exemple pour le transport des betteraves aux sucreries ou des pommes de terre aux féculeries.

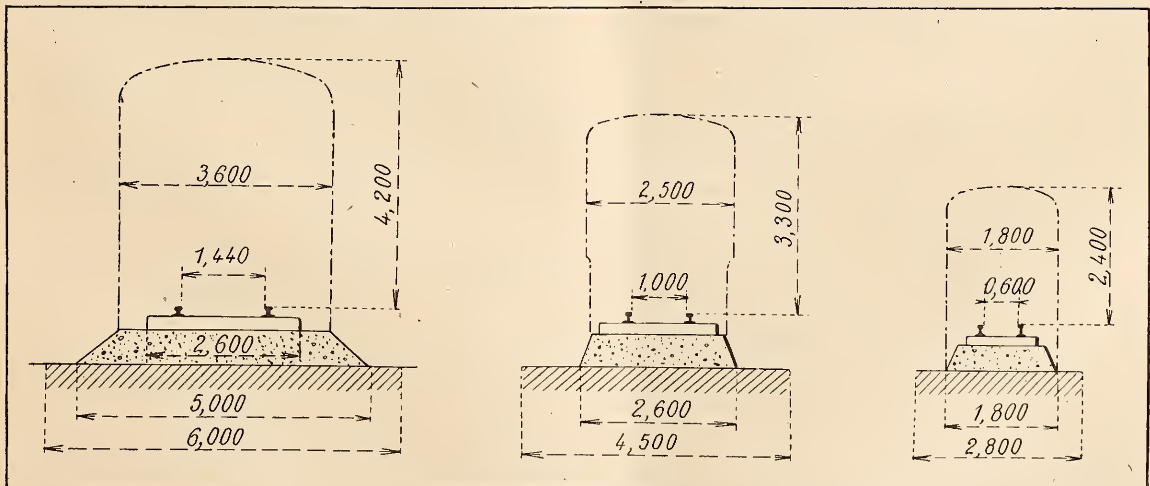
La traction électrique n'a jusqu'ici été employée, pour la voie de 0m,60, que dans quelques réseaux miniers à la surface ou au fond. Dans cette dernière application, elle présente de notables avantages d'encombrement restreint et d'absence de fumées.

Dans un mémoire présenté récemment à la Société française des électriciens, M. L. Esbran vient de fournir une contribution intéressante à l'étude des conditions d'application de la traction électrique aux voies étroites, notamment celles de 0m,60. Nous allons analyser brièvement les conclusions de cette étude.

L'abandon marqué de la voie de 0m,60 est dû à la capacité de transport restreinte de ces lignes, où les vitesses réalisées sont insuffisantes, surtout dans les rampes. La puissance des locomotives est limitée par des difficultés de construction dans un gabarit si étroit, et d'autre part l'exploitation de machines à vapeur de petite puissance devient très onéreuse.

L'utilisation de la force motrice peut, au contraire, se faire par l'électricité, avec un très bon rendement au moyen de petites unités. De plus on peut faire travailler en parallèle un certain nombre d'essieux-moteurs dans un même train, ce qui permet une répartition de la charge plus uniforme. Le moteur électrique réalise une puissance supérieure pour le même poids et sous un encombrement moindre que la vapeur. On peut ainsi établir des locomotives électriques à adhérence de 20 % pouvant atteindre les vitesses maxima compatibles avec la résistance de la voie. Cette dernière est d'ailleurs établie avec des types de plus en plus forts, tel le tramway de Pithiviers à Toury dont les rails sont de 19 kilos le mètre courant. Avec un rail de 17 kilos on peut déjà admettre une charge de 7.000 kilos par essieu.

Le courant le plus indiqué paraît être le continu



Gabarits comparés des voies françaises.

de 750 à 1.500 volts, avec le retour par les rails. Le monophasé exige un équipement électrique trop lourd et le triphasé augmente les dépenses de premier établissement.

Une locomotive de 300 chevaux à 2 boggies et 4 essieux moteurs pourrait être établie avec un poids de 20 à 22 tonnes et s'inscrire dans un rayon de 20 mètres. Ces caractéristiques sont nettement supérieures à celles d'une machine à vapeur.

La traction électrique permettrait de remorquer sur rampe de 4 % des trains de 200 tonnes au moyen de 3 locomoteurs de 21 tonnes en contrôle multiple, soit un transport d'environ 145 tonnes utiles à la vitesse de 20 kilomètres à l'heure. Cet exemple montre que l'électrification permettrait d'effectuer une exploitation intensive, c'est-à-dire d'obtenir un rendement complet des voies étroites, même celles de $0^{m},60$, dont il existe encore des réseaux importants (chemin de fer du Calvados, 226 kilomètres de longueur).

Cette formule de rendement complet, par exploitation moins coûteuse et plus intensive, s'appliquerait encore plus facilement aux réseaux à voie de 1 mètre, qui forment la majeure partie des voies secondaires françaises. L. D. Fourcault.

Emploi du courant continu à haute tension pour la traction électrique.

Pendant longtemps, on ne pouvait employer que du courant continu à la tension de 550 volts, il n'était donc pas possible d'en envisager l'emploi pour la traction électrique sur les lignes de chemins de fer importantes.

Des recherches ont été faites, pour améliorer la communication des générateurs à haute tension, et l'on a pu ces derniers temps tripler la tension, de sorte que la tension au trolley peut être portée à 1500 volts, et même jusqu'à 2.400 volts.

Les très bons résultats sur les chemins de fer Butte Anaconda et Pacific, pendant les trois dernières années, avec la traction par courant continu à 2.400 volts, ont engagé l'administration du chemin de fer Chicago-Milwaukee-Saint-Paul à essayer la traction à 3.000 volts, sur une ligne de 180 kilomètres. A la suite d'essais, d'une durée d'environ six mois, sur le chemin de fer du Pacifique, on a constaté que la traction électrique donne une économie de 20 % par rapport à la traction à vapeur. Le tonnage par train a pu être augmenté de 35 %, de sorte que le nombre de trains a pu être diminué de 25 %, avec une économie de 27 % sur la durée du parcours.

L'Administration du chemin de fer Chicago-Saint-Paul a fait des commandes pour l'électrification de la ligne d'essai. On installe trois sous-stations pour transformer le courant triphasé à 100.000 volts, 60 périodes, fourni par la Montana Power C°, en courant continu à 3.000 volts. Le prix de l'énergie, qui a été établi, en admettant un facteur de puissance de 60 % sera de 27 centimes le kilowatt-heure.

La General Electric C° est chargée de la fourniture de 12 locomotives, dont 9 pour trains de marchandises. Toutes ces locomotives sont identiques, à part quelques points de détail ; celles pour les marchandises ont un rapport de transmission par engrenage de 4.56 et celles pour voyageurs de 2.45. L'interchangeabilité des diverses parties de ces locomotives réduira notablement les frais d'entretien.

Sur des rampes de 1 %, les locomotives à marchandises doivent pouvoir remorquer un train de 2.230 tonnes à une vitesse de 24 kilomètres 4 à l'heure. Le train, y compris la locomotive, de 232 tonnes, pèsera 2.462 tonnes et exigera un un effort de traction de 32.700 kilogrammes environ sur une rampe de 1 %. Le même train sera remorqué sur une rampe de 2 % au moyen de deux locomotives, l'une étant disposée à l'arrière. Chaque locomotive à voyageurs doit pouvoir remorquer un train de 715 tonnes sur toutes les rampes de la ligne, à l'exception de celles de 2 %.

La locomotive devra pouvoir remorquer 516 tonnes dans ces rampes. Les 77 % du poids de la locomotive, c'est-à-dire 179 tonnes, sont portés par les essieux-moteurs. Les huit moteurs d'une locomotive sont du type à pôles de commutation et leurs arbres sont munis de deux roues d'engrenage. La puissance d'un moteur pour un service d'une heure est de 430 chevaux et de 375 chevaux pour un service de durée plus grande. Ces moteurs, dont les circuits sont enroulés pour 1.500 volts, sont disposés par deux en série. La locomotive a donc une puissance de 3.440 chevaux pour une durée de marche d'une heure, et de 3.000 chevaux pour une durée soutenue.

On a décidé d'employer un double collecteur de courant, avec lequel (ainsi que les essais l'ont montré), on peut recueillir un courant d'une intensité de 2.000 ampères à des vitesses atteignant 96 kilomètres à l'heure, à la suite de nombreuses expériences faites sur les voies d'essai de la General Electric C°.

Ces deux fils de trolley, contre lesquels frotte le double collecteur, sont suspendus à un système caténaire, et les points de suspension ne sont pas en face les uns des autres, et le contact est toujours bon parce que l'on a une grande élasticité.

Laser.

Transport à grande distance de l'énergie électrique.

Un projet Belgique-Italie (1200 kilom.).

M. le Professeur Guarini, auteur d'un projet pour l'utilisation des eaux du lac Titicaca en Bolivie et Pérou dont la réalisation permettrait de disposer d'une puissance de 5.000.000 HP, vient de proposer au Gouvernement belge et au Gouvernement italien du Commerce, Industrie et Approvisionnement, de remplacer le transport du charbon par chemin de fer par un transport électrique en affirmant que la chose est possible et même économique, en résolvant ainsi la crise du charbon, — qui est une crise surtout de transport, — qui, en ce moment, préoccupe les économistes du monde entier.

Sur son projet, M. Guarini fournit les renseignements suivants qui peuvent servir de point de départ pour une étude approfondie de la question qui, si elle est résolue, présente un grand intérêt d'actualité non seulement pour l'Italie et la Belgique, mais aussi pour la France, l'Angleterre, la Suisse et, en général, pour tous les pays producteurs de charbon et pour ceux qui en manquent.

Il existe déjà un accord entre la Belgique, qui fournira 60 milles tonnes de charbon par mois, et l'Italie qui fournira, en échange, du soufre, de la soie, des minerais et autres produits. Le tout sera transporté dans des wagons italiens. Cette quantité est insuffisante, vis-à-vis des besoins italiens, surtout jusqu'à ce que les nouveaux et grandioses projets d'installations hydro-électriques soient réalisés. Il faudrait, pour l'Italie, au moins un million de tonnes de charbon par mois, pour que les industries mécaniques et sidérurgiques qui ont fait des miracles en Italie, pendant la guerre, puissent prendre un grand essor, en temps de paix, et marcher, sûres de la victoire, à la conquête des marchés du monde. Le grand obstacle ne réside pas dans la question de main-d'œuvre, qui, en Belgique, est abondante et pourrait éventuellement, être suppléée par la main-d'œuvre italienne. En fait, les mines possèdent de grands stocks de charbon, mais la crise est une crise de transport. Si on pouvait transporter l'énergie calorifique du charbon sans wagons et sans bateaux, on aurait résolu, d'une façon avantageuse, pour la Belgique et l'Italie, un problème d'économie d'une importance primordiale pour les deux pays.

M. Guarini veut faire allusion au transport de l'énergie électrique entre la Belgique et l'Italie et fait les considérations suivantes qui démontrent que sa proposition n'a rien d'extraordinaire et que ses conceptions sont comprises dans la possibilité de la technique moderne.

Ce problème ne présente pas de difficultés techniques insurmontables. La distance, à vol d'oiseau, entre les centres miniers belges et la Lombardie par exemple, ne dépasse pas 1200 km. Or, une Société anglaise a déjà réalisé, dans l'Afrique du Sud, un transport de force, à 1200 km., à une tension de 150.000 volts. On y utilise la chute du lac Victoria sur le fleuve Zambèze. La perte, dans la ligne, est de 25 %, la puissance transmise de 500.000 HP. Comme l'a déjà démontré M. Noishon. au cours d'une conférence donnée à l'*American Institute of Electricals Engineers*, la distance à laquelle, — pour un prix déterminé de production et de vente du cheval-an, — un transport de force est encore économique, est d'autant plus grande que la puissance transmise est plus élevée. Il faudrait donc envisager à réaliser un transport d'une très grande puissance, en brûlant le charbon dans la mine, ce qui permettrait d'utiliser le charbon de mauvaise qualité, par exemple la poussière de charbon, qui est la qualité se prêtant le moins à l'exportation. Dans le Nord de l'Italie, la saison de sécheresse est en hiver, précisément lorsqu'il y a plus grande demande d'énergie électrique pour l'éclairage public et privé. Cela veut dire que le transport de force électrique projeté pourrait servir de supplément et de réserve pendant la saison de sécheresse, en utilisant les lignes de haute et de basse tension, qui existent déjà en Italie. En construisant les centrales que je préconise, — dit M. Guarini, — et la ligne de haute tension, qui pourrait par exemple traverser la France, et aller directement en Italie, on pourrait, tout de suite, utiliser le courant transmis. Le tout est de savoir ce que coûterait la tonne-kilomètre de charbon transmise électriquement, comparativement à la tonne-kilomètre transportée par bateau ou par chemin de fer. Mais, même si le transport électrique devait résulter plus cher que le transport de charbon par chemin de fer ou par bateau, il serait toujours plus sûr et le seul qui, actuellement, — et Dieu sait pendant combien de temps encore, — pourrait résoudre la crise du transport. De plus, il permettrait à la Belgique d'exporter un produit de valeur de façon à améliorer sa situation économique et financière, et, à l'Italie, de solutionner le problème qui, en ce moment, préoccupe le plus tous ses économistes.

Sur la réalisation du projet, M. Guarini donne les détails suivants :

Nous avons effectué des calculs sommaires pour le transport d'une puissance comprise entre 500.000 et 1.200.000 kw., en faisant usage de courant continu, sous une tension de 150.000 volts et en admettant une perte dans la ligne de 20 % (en pratique on pourrait admettre une perte de beaucoup supérieure). Chaque kilowatt reçu à l'extrémité de la ligne de 1200 km. exigerait 234 kg. de cuivre dont le prix actuel installé (fils aériens) serait de 1.170 fr. Le coût des poteaux, isolateurs, etc., serait d'environ 20 % de cette somme. Il en résulte que chaque kilowatt de puissance reçue en Italie exige une dépense de ligne de transmission de 1.404 fr. Pour une ligne de pareille importance on peut compter annuellement 12 % pour frais d'intérêts, amortissements et entretien, soit donc 168 fr. par kilowatt reçu. En admettant un coefficient d'utilisation d'environ 57 %, soit 5000 heures par an, le transport de chaque kw.-heure coûterait 3,3 centimes qui, augmentés de la perte dans la ligne (20 %), nous donne un total de 3,96 centimes, soit, en chiffre rond, **4 centimes.** En Belgique, le transport de la tonne-kilomètre de charbon coûte 15 centimes, soit pour les 1200 km. 180 francs. Un cheval effectif exige, avec des installations de puissance moyenne et avec du charbon industriel (prix actuel en Belgique **50 francs la tonne à la mine**), une consommation de 1 kg. 500 grammes de charbon, soit environ 2 kg. par kilowatt-heure au tableau. Une tonne de charbon industriel peut donc donner 500 kw-heure. Dans ces conditions le transport à 1200 km. de

charbon nécessaire pour produire un kw.-heure coûte : $\frac{180 \text{ fr.}}{500 \text{ kw-heure}}$ = 36 centimes. Nous admettrons qu'il coûte seulement la moitié, soit 18 centimes, c'est-à-dire que le fret soit moindre et que la consommation par kw.-heure au tableau soit inférieure à celle à laquelle nous avons fait allusion. Nous admettrons aussi que le coût du kw.-heure, transmis électriquement, soit double (coût plus élevé de la ligne et coefficient d'utilisation moindre). Dans ces conditions nous avons **pour le transport électrique 8 centimes et pour celui par chemin de fer 18 centimes, soit plus que le double.**

Il est à remarquer qu'avec des centrales de 100.000 kw. et plus, la consommation de charbon industriel tombe à 700 grammes par kw.-heure au tableau. Cette économie de 2/3 de charbon compense largement les frais d'intérêts, amortissement, exploitation, etc., des centrales qu'il faudrait crééer en Belgique jusqu'à concurrence de 1.440.000 kw. de puissance nécessaire pour produire annuellement l'équivalent de 12.000.000 de tonnes de charbon. «

++

Concours d'Inventions à Saint-Étienne.

—

RÈGLEMENT

Article premier. — L'Union des Inventeurs, Artistes Industriels de la Loire, dont le siège est à Saint-Etienne, Hôtel-de-Ville, organise un concours public d'Inventions.

Art. 2.— Le concours aura lieu dans la salle où devront être exposés tous les appareils ou projets, il durera quinze jours.

Tout changement de date de l'ouverture ou de la fermeture ne pourra donner lieu à aucune indemnité au profit des exposants.

Art. 3. — Conditions d'admission. Seront admis aux concours les appareils et les projets : descriptions, dessins ou maquettes d'appareils n'ayant pu être réalisés par suite de leur importance.

Chaque projet sera l'objet d'une inscription dont le prix est fixé à 10 francs.

Le Comité se réserve le droit absolu de refuser les projets de nature dangereuse ou pouvant nuire moralement ou matériellement à l'exposition.

Le droit d'inscription sera dû, lors même que, pour une cause quelconque, l'exposant ne pourrait participer à l'exposition.

Art. 4. — L'espace réservé à chaque exposant sera d'un mètre carré. Tout supplément d'espace donnera lieu à une redevance dont le montant sera fixé par le Comité, après l'examen des projets, compte tenu de l'espace disponible.

Le choix des emplacements aura lieu par ordre d'inscription et sera subordonné à l'action du Comité, en vue de la bonne harmonie de l'Exposition.

Art. 5 — *Réception et retrait des envois.* — Les exposants devront déposer leurs objets à leur emplacement ou les adresser franco de tous frais au siège de l'Exposition.

Aucun objet ne pourra être retiré avant la clôture de l'Exposition. L'enlèvement devra en être fait le lendemain de la clôture par l'exposant lui-même ou par toute personne munie de son autorisation.

Art. 6. — *Protection des objets exposés.* — Les mesures nécessaires seront prises par le Comité pour préserver les objets exposés de toute avarie et une surveillance active sera exercée, mais le Comité ne sera en aucun cas responsable des incendies, accidents, vols, pertes ou dommages qu'elle qu'en soit la cause ou l'importance.

Art. 7. — *Protection des inventions.* — Aucun objet ne pourra être photographié ou dessiné sans l'autorisation de l'exposant et du Comité. Tout auteur d'une invention susceptible d'être brevetée aux termes de la loi du 13 avril 1908, recevra, sur sa demande, une attestation d'exposant lui permettant d'obtenir *un certificat de garantie* pour l'objet exposé. (La délivrance de ce certificat est *gratuite*, et produit pendant un an les mêmes effets qu'un brevet).

Art. 8. — *Jury.* — Le jury d'examen sera choisi par le Conseil d'Administration en dehors des exposants parmi les représentants les plus autorisés de l'Industrie ou des Sciences ; il s'entourera de toutes les garanties qu'il jugera nécessaires à l'accomplissement de sa tâche et aura toujours le droit d'exclure du Concours tout exposant qui aura tenté de surprendre sa bonne foi. Ses décisions seront sans appel.

Les exposants ou leurs représentants seront informés du commencement des opérations en temps utile.

Art. 9. — *Classement.* — Le classement sera effectué d'après les opérations du jury et de la manière suivante : quatre questions dont l'importance est déterminée par un coefficient seront posées au jury qui devra accorder à chacune d'elles une note variant de 1 à 20 points. Ces questions sont : nouveauté (coefficient 8). Utilité et avantage (coefficient 8). Exécution (coefficient 4).

Chaque membre du jury recevra une liste détaillée contenant les noms des exposants et la désignation de leurs projets, dans un ordre correspondant au catalogue. Cette liste comprendra 3 colonnes en blanc destinées à y inscrire les notes attribuées (1 à 20) par chaque juré sur les questions posées. La moyenne des points sera établie pour chaque question, puis additionnée pour le classement général.

Art. 10. — *Récompenses.* — Les récompenses consisteront en diplômes, prix en espèces, objets d'art, médailles.

En raison de sa nature la récompense sera toujours décernée à l'inventeur et non à l'acquéreur de son brevet.

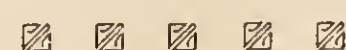
Art. 11. — *Réclamations.* — Toutes les réclamations devront être faites par lettre, adressée au Comité. Les exposants qui croiraient devoir provoquer une enquête sur une antériorité, une contrefaçon, etc., pourront adresser leur demande par lettre au Président du jury avant la clôture des opérations dudit.

Art. 12. — Le Comité éditera un catalogue officiel contenant l'indication des objets exposés ainsi que les noms ou raisons sociales des exposants. Le compte-rendu et le palmarès de l'Exposition seront donnés par la Revue les *Idees Nouvelles*, Bulletin trimestriel de l'Union des inventeurs de la Loire.

Art. 13. — *Permis de vente.* — Des comptoirs de vente pourront être installés après entente et sous conditions spéciales à déterminer par le Comité d'organisation.

Art. 14. — La signature du bulletin de demande d'admission entraîne pour l'exposant l'obligation de se conformer au présent règlement ainsi qu'à toutes les mesures d'ordre qui pourraient être prises ultérieurement, dans l'intérêt de l'exposant.

N. B. — Les exposants pourront faire fonctionner leurs appareils dans l'enceinte de l'Exposition, l'electricité nécessaire leur sera fournie sur demande.



TRIBUNE DES ABONNÉS

*Nous rappelons que l'*Electricien *publie gracieusement les demandes de* renseignements, *les* conseils, *les* problèmes techniques, *etc., posés par tous ses abonnés. Il fait ensuite appel à tous ceux de ses lecteurs qui sont en mesure de répondre aux questions posées en les priant de vouloir bien adresser aux bureaux de la Rédaction, 47-49, quai des Grands-Augustins, les réponses qu'ils jugeront utiles de faire.*

Ces demandes et ces réponses sont classées et au besoin complétées par les soins de nos rédacteurs et publiées ensuite méthodiquement dans le journal pour le plus grand profit de tous. Les questions d'intérêt général qui se rapportent aux « Tours de mains et Recettes Usuelles » sont traitées dans une rubrique spéciale dont il est question plus loin.

QUESTIONS

Nº 30. — Ayant l'intention de poser moi-même l'électricité dans mon appartement à Paris, je désire savoir quelle section de câble exigera le secteur pour trente lampes à filament métallique d'environ 16 à 25 bougies ?

Nº 31. — Je possède une villa, à 300 kilomètres de Paris environ, et je serais heureux de recevoir l'heure de la Tour Eiffel et quelques autres postes. Serait-il possible d'installer une petite antenne dans le jardin entourant la villa.

Nº 32. — Désirant être en relation constante avec différentes parties de mes ateliers et de mon habitation, que système téléphonique dois-je employer ? Il y aurait environ 50 postes et plus tard de 60 à 70.

Nº 33. — L'industrie du chauffage électrique étant appelée à prendre une grande extension, je crois qu'il serait intéressant d'avoir un point de départ et une direction scientifique, c'est pourquoi je viens vous demander dans cette tribune la question suivante :

Quel est le chauffage le plus rationnel ? Chauffage par *convection* ou chauffage par *rayonnement* ? Jusqu'à présent ces deux modes de chauffage ont leurs partisans acharnés et aussi leurs détracteurs non moins acharnés !

Je vous avouerai que je suis partisan du chauffage par rayonnement qui fait sentir son effet bien plus rapidement. Mais je suis tout prêt à me rallier au chauffage par connection si on me donne des preuves scientifiques convaincantes.

Il s'agit uniquement du *chauffage électrique*, car pour les poêles ou les radiateurs à eau chaude ou à vapeur, la question hygiénique intervient et s'oppose beaucoup au chauffage par *rayonnement* qui vicie l'atmosphère en s'emparant de l'oxygène : c'est pourquoi je limite la question au chauffage électrique où l'on peut obtenir un très bon rayonnement sans pour cela porter les résistances au rouge.

D'autre part, au point du vue électrique :

1º La quantité de chaleur produite est-elle indépendante de la température ;

2º De la surface chauffante ?

Je crois que, théoriquement, il en est ainsi, mais peut-être a-t-on fait des essais pratiques qui justifient l'emploi de telle ou telle méthode, grande surface de chauffe et basse température ou petite surface et haute température.

A. Trépreau,
34, avenue de l'Ile (Joinville).

RÉPONSES

Nº 30. — Pour trente lampes à 25 bougies, il vous faudra signer une police de 5 Hw. La canalisation entre la boîte de coupe-circuit principale et le compteur devra être telle qu'il ne puisse y avoir plus de 1 volt 5 de chute de tension.

Dans ces conditions, les formules $E = RI$ et $R = \varphi \frac{l}{s}$ permettent de calculer facilement la section du câble demandé, pour une longueur l donnée. On trouve pour de petites longueurs des sections inférieures à $5^{mm},5$. Nous ferons remarquer que les secteurs n'acceptent pas des sections inférieures à $5^{mm},5$.

Nº 31. — A cette distance, il faut autant que possible s'accorder sur les postes transmetteurs. Pour cela, disposer une antenne d'environ 20 à 25 mètres de fil à deux brins obliques ou parallèles, et à une dizaine de mètres du sol. En reliant le sommet à un poste récepteur ordinaire par dérivation ou induction (détecteur à galène), vous recevrez, sans aucun doute, la Tour ; pour d'autres postes, cela dépendra de la sensibilité de votre poste de réception.

Signaux horaires internationaux, 9 h. 56 à 10 heures. — Signaux horaires français, de 10 h. 44 à 10 h. 49. — Longueur d'onde, 2.600 mètres.

Nº 32. — Il vous faut absolument un tableau central à 70 directions et par conséquent une personne qui effectuera les manœuvres nécessaires : nous vous recommandons des postes de téléphonie automatiques. Ces derniers sont avantageux : ils coûtent peut-être plus cher, mais n'exigent pas de personnel. Ils se construisent à partir de 10 directions.

Nº 8. — Nous avons lu dans la Tribune des Abonnés du 31 août votre annonce nº 8, et voyons que vous avez à installer un atelier de mécanique composé de 10 machines-outils.

Si vous voulez bien nous donner des précisions sur la nature exacte des machines à commander, nous pourrons vous fournir, au sujet de la consommation de ces moteurs, des précisions et renseignements qui pourront vous être utiles.

Choteau et Dijeon,
124, boulevard Richard-Lenoir, Paris.

Nº 8. — Il y aurait une étude à faire que ne permettent pas les seules données de la question... Probablement qu'un moteur unique de 30 HP serait préférable ; il aura un meilleur rendement que 10 petits... Mais il y aurait

lieu d'examiner la longueur des transmissions, les multiplications et l'utilisation horaire des machines pour pouvoir se prononeer.

N° 9. — On peut parfaitement vérifier en pleine marehe l'isolement. Le plus simple est de se servir d'un voltmètre à cadre mobile de résistanee indiquée sur l'appareil : le brancher entre + et terre et ensuite entre — et terre, faire la lecture chaque fois, et entre + et —, en ayant soin d'inverser les connexions pour que la déviation se fasse dans le bon sens chaque fois. En déduire la résistance d'isolement au moyen des formules ci-après :

r = résistance du voltmètre.
x = — d'isolement entre + et terre.
y = — — — — et —
E = diff. de pot. entre — et +.
n = lecture entre — et terre.
p = lecture entre + et terre.

$$x = r \frac{E - (p + n)}{n}$$

$$y = r \frac{E - (p + n)}{p}$$

On peut également se procurer un ohmmètre, mais le voltmètre a l'avantage de pouvoir servir à d'autres usages dans l'installation.

N° 10. — Nous lisons votre annonce et voyons que vous désirez savoir les variations de prix des moteurs 1 à 5 HP avant et après la guerre. Nous vous envoyons ci-dessous un petit tableau qui vous donnera ces précisions, pour moteurs continu 110 volts.

Si vous voulez nous donner des précisions sur la nature du courant qui vous intéresse particulièrement, nous nous ferons un plaisir de vous envoyer les prix exacts.

Continu 110 volts.

	Avant-guerre.	*Après-guerre.*
1 HP	260 fr.	650 fr.
2 HP	360 —	975 —
3 HP	440 —	1.100 —
4 HP	540 —	1.200 —
5 HP	600 —	1.520 —

CHOTEAU et DIJEON,
124, boulevard Richard-Lenoir.

N° 16. — Je ne crois pas qu'il existe des appareils permettant de situer sûrement et très exactement un défaut d'isolement, attendu que la *résistance du défaut* est toujours inconnue, c'est-à-dire que le câble peut être plus ou moins *franchement* à la terre ou en C. C. Mais avec un pont de Weatsthone suffisamment préeis et de la pratique, on peut situer avec une certaine approximation le défaut : approximation qui pourra être très grande dans certains cas, moins dans d'autres et cela encore à condition de connaître la résistivité exacte du câble au moment de la mesure. Vous arriverez certainement bien plus rapidement qu'avee le système que vous utilisez.

N° 18. — Avez-vous vérifié : si votre moteur n'absorbe pas une intensité trop élevée, s'il tourne bien à sa vitesse normale, s'il ne se trouve pas quelque part dans le circuit d'excitation un mauvais contact, si l'isolement de l'inducteur et de l'induit est parfait, s'il n'y a pas court-circuit entre conducteurs d'induit ou rupture de circuit ?... Ceci se voit le plus souvent au colleeteur abîmé en certains endroits qui correspondent à une sphère d'induit, ou encore en faisant passer dans l'induit au moyen de 2 balais diamétralement opposés sur le collecteur les autres étant relevés, un courant d'intensité à peu près égale à celle que prend normalement le moteur, et observant la déviation d'un voltmètre à cadre mobile promené sur le collecteur au moyen de 2 touches séparées ou entre un balai et une touche fixe et faisant tourner l'induit à la main : au passage de la section défectueuse, la déviation du voltmètre change de sens. Le collecteur est-il en bon état, le mica ne fait-il pas saillie ?... Si vous ne trouvez toujours rien, alors examinez la qualité de vos charbons, écrivez au fournisseur en lui indiquant la densité de courant vitesse périphérique au eollecteur, etc.

FORNARO,
à Grandvillars (Haut-Rhin).

N° 19. — Voici la formule permettant de trouver la vitesse d'un moteur shunt :

A vide :
$$S = \frac{E \times 10^{10}}{3.33\ TPM}$$

E = e

Mais *en charge*, E = e — IR, c'est-à-dire moins la chute de tension intérieure, résistance x intensité ;

$$S = \frac{(e - IR)\ 10^{10}}{3.33\ TPM}$$

S = nombre de tours par minute.
T = tours de fil induit en série entre balais.
P = nombre de pôles.
M = flux embrassé.
E = f. e. m. induite.
e = diff. de pot. aux bornes.

Pour la génératriee, même formule.

Mais cette chute de vitesse due à la chute de tension intérieure peut se corriger dans certaines limites par la *réaction d'induit*, c'est-à-dire par l'effet démagnétisant produit par l'induit sur l'inducteur. Décalez donc vos balais en arrière aussi loin que vous pourrez en conservant une commutation convenable... Il est possible que vous arriviez ainsi au résultat que vous désirez... Si c'est encore insuffisant, mettez une résistance additionnelle dans le circuit d'excitation. Pour trouver la valeur de la résistanee à ajouter, vous pouvez procéder par tâtonnements avec un bout de fil de maillechort ou plus simplement avec un seau d'eau contenant en dissolution une poignée de soude, de sel, un peu d'acide sulfurique, de vinaigre... (il suffit simplement de rendre l'eau assez conductrice), dissolution dans laquelle vous tremperez plus ou moins un bout de fer.

FORNARO,
à Grandvillars (Haut-Rhin).

N° 19. — Il y a toujours dans les machines à courant continu une différence entre la vitesse en moteur et la vitesse en dynamo, dans l'ordre de grandeur signalé.

Si la machine a été achetée comme moteur, le marchand a eu tort de ne pas indiquer la vitesse en moteur.

En l'état actuel les seuls moyens d'arriver à un résultat sont les suivants :

1° Mettre sur la transmission une poulie d'un diamètre 25 % plus petit.

Ou 2° Mettre sur le moteur une poulie d'un diamètre 25 % plus grand.

Ou 3° Intercaler dans le circuit inducteur un rhéostat d'exeitation qui permettra d'amener la vitesse du moteur au voisinage de 1.500 tours.

Jules DIJEON,
34, avenue de la République, Paris.

Le Gérant : L. DE SOYE.

35e Année. — N° 1239. 31 Octobre 1919.

L'ÉLECTRICIEN

Revue Internationale de l'Électricité & de ses applications

PARAISSANT LE 15 ET LE DERNIER JOUR DE CHAQUE MOIS

Rédacteur en Chef : Maurice SOUBRIER

ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE

PROFESSEUR ADJOINT D'ÉLECTRICITÉ INDUSTRIELLE AU CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIERS

SOMMAIRE

Montage méthodique des appareils de mesure : **François.** — Le laboratoire d'essai des locomotives à vapeur et électriques : **H. P.** — La télégraphie par le sol : **P. Maurer.** — L'électricité appliquée à l'automobile (XVe Salon) : **L. Fourcault.** — Notre enquête sur l'enseignement technique. — Progrès récents en radiotéléphonie : **C. Schmitt.** — Brevets et Inventions : **P. M.** — Tribune des abonnés. — Echos. — Bibliographie. — Cours des matières premières. — Offres et demandes d'emplois et de matériel.

DISTRIBUTION DE L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

Montage méthodique des appareils de mesures.

Dans un précédent article (1), l'auteur a montré l'utilité du repérage des installations d'appareils de mesures dans les applications industrielles, et a décrit diverses méthodes applicables dans les distributions de courant alternatif monophasé.

L'auteur décrit ici des procédés à employer dans les distributions de courants polyphasés.

Repérage des installations polyphasées.

Le courant haute tension diphasé 12.000 volts, 42 périodes, fourni par la Compagnie parisienne de distribution d'électricité, est distribué, comme nous l'avons dit, au moyen de câbles à quatre conducteurs : Phase I = bleu, blanc (bleu entrée); Phase II = rouge, noir (rouge entrée). Ces couleurs sont peintes sur la boîte terminale d'arrivée de câble dans toute cabine.

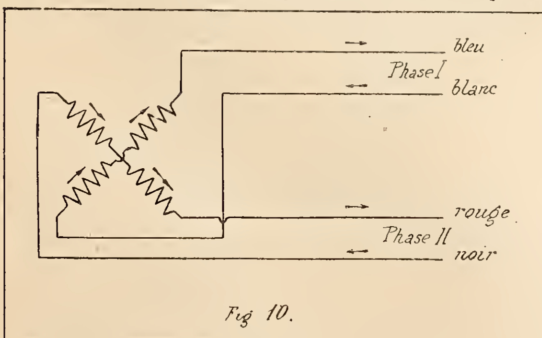


Fig 10.

Les appareils de mesure sont branchés sur des transformateurs d'intensité et de potentiel. Les ampèremètres et les voltmètres qui n'ont qu'un seul enroulement ne donnent lieu à aucun repérage, même ceux qui sont électrodynamométriques, car leurs enroulements sont toujours parcourus simultanément par des courants de sens relatif constant. Il n'en est plus de même pour les wattmètres, compteurs, phasemètres, synchronoscopes, relais, etc., qui ont plusieurs enroulements distincts agissant les uns sur les autres et qui réalisent quelquefois par construction des décalages primitifs voulus des champs engendrés par les bobines (compteurs d'énergie déwattée, relais

(1) Voir l'*Electricien* du 15 octobre 1919.

Fig. 11

wattmétriques à retour d'énergie, etc.); un repérage rigoureux s'impose alors.

Il est bon, tout d'abord, quand le constructeur ne l'a pas fait, de repérer les appareils eux-mêmes (voir § 2) et de noter par un point de couleur, fait à la peinture, les bornes d'entrée des différents circuits de chaque appareil pour qu'il dévie dans le bon sens. Que ces appareils soient installés à poste fixe ou qu'ils servent d'appareils de contrôle, ce repérage est fait une fois pour toutes et le bon branchement sera immédiatement obtenu si on connaît les couleurs des fils haute tension de l'installation.

Les transformateurs étant eux-mêmes repérés, on branchera, par exemple, deux compteurs monophasés et un wattmètre diphasé, comme l'indique le schéma de la figure 11. Nous avons marqué p_1 et s_1 à toutes les entrées et p_2, s_2 à toutes les sorties.

Bien entendu, suivant la commodité d'emplacement, les transformateurs peuvent être inversés sur leur primaire; cela importe peu, car leur répérage étant fait, il suffit de se rappeler qu'ils sont, de ce fait, inversés sur leur secondaire.

De même, nous avons figuré toutes les entrées des compteurs et wattmètres à gauche, mais pour la commodité du branchement, il peut aboutir des sorties aux bornes de gauche pourvu que, simultanément, il y ait à gauche la sortie du gros fil et du fil fin.

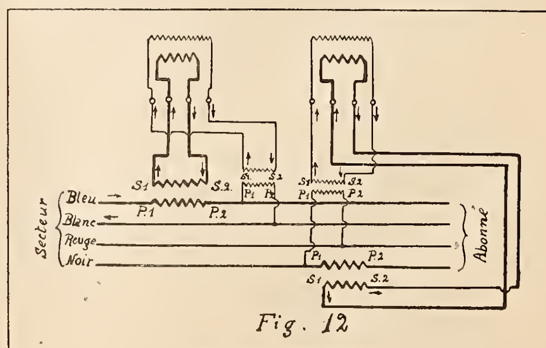


Fig. 12

Pour une installation à quatre fils de ce genre, le repérage deviendra très simple, si on fait la remarque suivante : les transformateurs d'intensité étant branchés indifféremment sur un fil quelconque de chaque phase (bleu ou blanc et rouge ou noir), on désignera par *entrée* la borne du primaire *côté secteur;* dans ces conditions *l'entrée du primaire* du transformateur de potentiel sera prise sur le fil de même couleur que celui sur lequel se trouve le transformateur d'intensité (fig. 12).

En effet, pour le cas où les transformateurs d'intensité sont pris sur les retours des phases (sur le blanc ou sur le noir), leurs branchements sont inversés, mais la considération précédente fait du même coup inverser le branchement des transformateurs de potentiel.

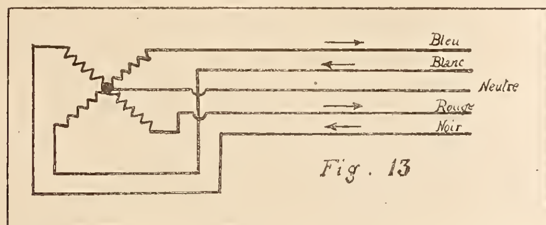


Fig. 13

Certains appareils montés sur basse tension ont quelquefois leurs fils fins branchés entre neutre et fil de phase dans le cas de distribution diphasée à cinq fils et il faut remarquer que le courant va, à l'extérieur du générateur : du bleu au neutre, du neutre au blanc, du rouge au neutre et du neutre au noir.

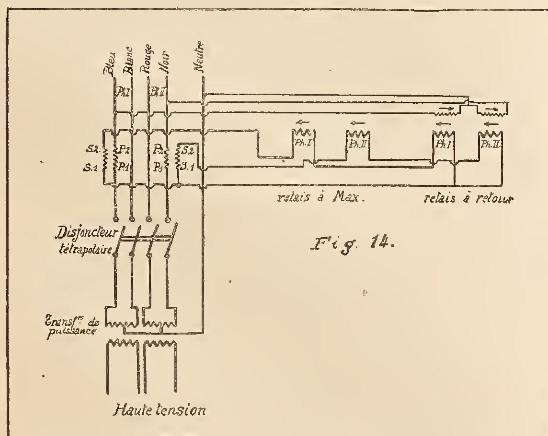


Fig. 14.

Nous prendrons comme exemple quatre relais alimentant les bobines de disjonction d'un interrupteur automatique à basse tension; deux de ces relais font déclencher à maximum et deux à retour d'énergie. Chacun de ces relais en déclenchant actionne indirectement un électro de commande du disjoncteur, les circuits auxiliaires n'ont pas été figurés sur le dessin afin de ne pas compliquer le schéma (fig. 14).

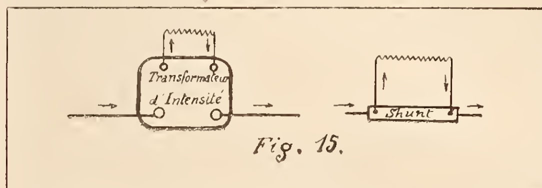


Fig. 15.

Dans une installation terminée, il est quelquefois pénible de suivre le sens de marche du courant en allant de la haute tension jusqu'aux appareils, surtout si l'installation est un peu compliquée. On pourra simplifier cette recherche en employant un moyen mnémotechnique qui découle des observations précédentes, notamment de la figure 3 : un transformateur (intensité ou potentiel) bien repéré et dont les bornes correspondantes sont vis-à-vis, joue le même rôle qu'un shunt relativement à la marche du courant.

Dans les installations à courants triphasés, les erreurs de branchement sont beaucoup plus fréquentes encore que dans les installations à courants diphasés, cela se conçoit aisément, car dans une mesure de puissance ou de travail en courants diphasés effectuée à l'aide de deux wattmètres ou deux compteurs monophasés, si les appareils sont bien branchés, ils doivent toujours enregistrer dans le bon sens séparément pour un décalage φ du réseau compris entre $-\frac{\pi}{2}$ et $+\frac{\pi}{2}$, c'est-à-dire dans tous les cas d'installations ordinaires. Au contraire, en courants triphasés, dès que φ dépasse $\frac{\pi}{3}$, c'est-à-dire dès que cos ϕ tombe au dessous de 0,5 (ce qui est assez fréquent) un, wattmètre au compteur marque normalement à l'envers et ses indications doivent être retranchées de celles de l'autre ; il faut donc être certain du repérage avant de faire une mesure. Le schéma de la figure 16 montre le branchement des appareils permettant d'utiliser un wattmètre avec inverseur dans l'application de la méthode des deux wattmètres à la mesure de la puissance dans une installation triphasée haute tension.

Fig. 16.

5° Conclusions.

Quoique en général cette question du repérage ait été très négligée dans beaucoup d'installations jusqu'à ce jour, les exploitants commencent à s'intéresser de plus en plus au bon branchement des appareils de mesure, surtout chez les abonnés, et pour cause! Certains secteurs très importants auraient jusqu'à 30 pour 100 de perte entre l'énergie haute tension sortie de leurs usines génératrices et l'énergie enregistrée par les compteurs chez les abonnés (surtout dans les secteurs distribuant par courants triphasés); la récupération au point de vue commercial d'une pareille énergie vaut la peine de s'intéresser à cette question de repérage qui n'est pas très compliquée si on repère chez le fabricant les appareils avant la pose et si on repère l'installation un peu avant sa mise en marche.

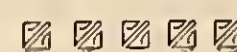
E. François,
Ingénieur électricien (MA. SIEF.)
Diplômé du Conservatoire national des Arts et Métiers.

P.-S. — Cet article attirera, nous n'en doutons pas, l'attention d'un certain nombre de techniciens qui, jusqu'à ce jour, n'avaient peut-être pas attaché d'importance à cette question de repérage.

Au fur et à mesure de la réalisation de progrès dans la construction des appareils de mesure, nous constaterons de plus en plus que le branchement correct des organes devient le facteur prépondérant de leur bon fonctionnement. (Il en est ainsi des indications fournies par les compteurs d'énergie déwattée.)

C'est pourquoi nous avons l'intention de compléter les renseignements fournis par ces premiers articles en traitant de nouvelles questions qui jouent également un rôle important dans le branchement des appareils de mesure; par exemple, la recherche du sens de rotation des vecteurs représentatifs des tensions dans les exploitations utilisant des courants polyphasés.

E. F.



TRACTION ÉLECTRIQUE

Le laboratoire d'essai des locomotives à vapeur ET ÉLECTRIQUES

L'essai méthodique des locomotives à vapeur, aussi bien que des locomotives électriques, présente pour l'exploitation un intérêt considérable que connaissent tous les spécialistes. L'auteur, qui possède une compétence particulière en la matière, préconise avec raison la création en France de laboratoires permettant, comme en Amérique, l'essai complet des locomotives à vapeur et électriques.

Les essais de locomotives à vapeur sont beaucoup plus difficiles à effectuer que ceux des locomotives électriques, chaque machine devant être essayée « en bloc », afin de tenir compte des réactions mutuelles des différents organes les uns sur les autres.

Dans une locomotive électrique, il est relativement facile de combiner entre elles les caractéristiques de marche des divers éléments (moteurs, engrenages, résistances, transformateurs, etc.), pour trouver la loi de correspondance entre l'effort de traction et la vitesse dans les différentes conditions de marche. Quant aux caractéristiques de chaque élément, elles peuvent être assez aisément déterminées en utilisant la précieuse propriété commune à presque tous les appareils électriques de la réversibilité. En mettant en jeu une puissance relativement faible, on peut essayer les moteurs de traction les plus puissants par des méthodes rapides, précises et peu coûteuses. En fait, les essais des tracteurs électriques sont effectués presque exclusivement à la plateforme du constructeur, et les essais en ligne se réduisent à quelques marches types à grande vitesse ou à forte charge.

Il est loin d'en être de même avec les machines à vapeur et la plupart de celles-ci sont mises en service sans avoir subi aucun essai véritable. On s'assure seulement que la chaudière et le mécanisme sont en bon état, qu'ils sont susceptibles de fonctionner sans incident, sans fuites, ni chauffages, ni vibrations dangereuses à la vitesse et à la pression maximum. Quelques parcours d'essai effectués dans les conditions mêmes d'emploi sous la surveillance de mécaniciens exercés, permettent d'apprécier les qualités et les défauts des machines par comparaison directe avec d'autres déjà en service.

On obtient ainsi par essai direct, dans chaque cas particulier, la charge normale acceptable sur une ligne de profil donné pour un horaire donné et une qualité de combustible connue.

Ces renseignements purement empiriques suffisent à l'établissement des graphiques de marche et des tableaux de charge employés pour l'exploitation journalière ; on s'en est contenté pendant plus de soixante ans.

Si on veut aller plus loin, on se heurte à de sérieuses difficultés et, en Europe tout au moins, on s'est borné à prendre les dispositions voulues pour enregistrer pendant la marche les éléments les plus importants du fonctionnement, l'effort de traction, la vitesse, l'accélération, etc., en fonction du temps ou de l'espace parcouru. Les appareils de mesure correspondants sont rassemblés dans un véhicule spécialement aménagé, appelé wagon-dynamomètre.

Des graphiques d'enregistreurs ainsi obtenus, on a déduit, au moyen de calculs laborieux et assez peu précis, quelques valeurs isolées des caractéristiques de fonctionnement, en général celles correspondant aux puissances maxima réalisables avec une charge donnée.

Les essais au wagon-dynamomètre effectués sur des lignes de profil non uniforme et à vitesse variable ne donnent et ne peuvent donner, particulièrement en ce qui concerne les consommations de vapeur et de charbon, que des indications moyennes ne correspondant pas à des conditions mécaniques nettement définies.

Pour déterminer avec une précision ce que j'appellerai *les courbes caractéristiques* de fonctionnement d'une locomotive à vapeur, par analogie avec les courbes classiques des locomotives électriques, il faudra opérer plus scientifiquement et faire des essais systématiques en régime, dans des conditions parfaitement définies, dans des laboratoires spécialement aménagés à cet effet (1).

C'est ce que les Américains ont compris les premiers et ils ont construit depuis une quinzaine d'années un certain nombre de « plateformes »

(1) Il convient de faire remarquer que les wagons dynamomètres qui ont surtout pour objet de mesurer les résistances au roulement des trains en pleine marche constituent un instrument de recherche indispensable que les laboratoires d'essai au point fixe ne peuvent remplacer.

pour l'essai « au point fixe » des locomotives à vapeur.

Universités et compagnies de chemins de fer ont rivalisé de zèle pour effectuer une série remarquable d'expériences sur des machines de divers modèles, des types les plus puissants employés aux Etats-Unis. La précieuse documentation ainsi obtenue a été répandue libéralement dans le monde entier et les constructeurs ainsi que des compagnies de chemin de fer ont pu bénéficier largement des travaux du Pensylvania Railroad et de ceux des Universités de Purdue et d'Illinois.

Grâce à ces travaux, il a été permis de préciser entièrement, d'une façon concrète, la notion de caractéristique de marche des machines à vapeur et avant de décrire les méthodes employées pour les obtenir, je crois utile de donner quelques indications générales sur l'allure et la signification des courbes en question.

CARACTÉRISTIQUES DE MARCHE DES LOCOMOTIVES A VAPEUR

Le mécanicien d'une locomotive à vapeur dispose, pour régler l'allure de sa machine :

1° du *régulateur* qui lui permet d'ouvrir ou de fermer plus ou moins la conduite d'amenée de vapeur.

2° Du *distributeur* qui lui permet de faire varier la durée d'admission de la vapeur dans les cylindres.

Plus la durée d'admission est prolongée, plus la pression moyenne sur le piston est grande et plus la consommation de vapeur par tour est considérable. Comme la production de vapeur de la chaudière est limitée, il existera une vitesse limite pour laquelle la capacité de vaporisation de la chaudière sera égale à la consommation des cylindres. Pour chaque valeur de l'admission a_1 % l'effort de traction varie lentement avec la vitesse jusqu'au voisinage de la vitesse limite en question, point à partir duquel l'effort diminue très rapidement.

Pour une autre valeur a_2 de l'admission, on aura une courbe caractéristique à admission constante ayant la même allure que la précédente.

Toutes ces courbes sont tangentes à une même courbe enveloppe F_1 F_2 F_3 correspondant à la limite de capacité de la chaudière ; c'est la caractéristique de puissance maxima (fig. 1).

Ce réseau de courbes représente la relation $F = f(v, a)$ entre l'effort de traction, la vitesse et le degré d'admission.

A chacune de ces marches en régime caractérisée par une viresse v et une admission a correspond un rendement n % de la locomotive ou, ce qui revient au même, une certaine consommation c de charbon par unité de travail au crochet d'attelage (cheval-vapeur, kilogrammètre, etc.).

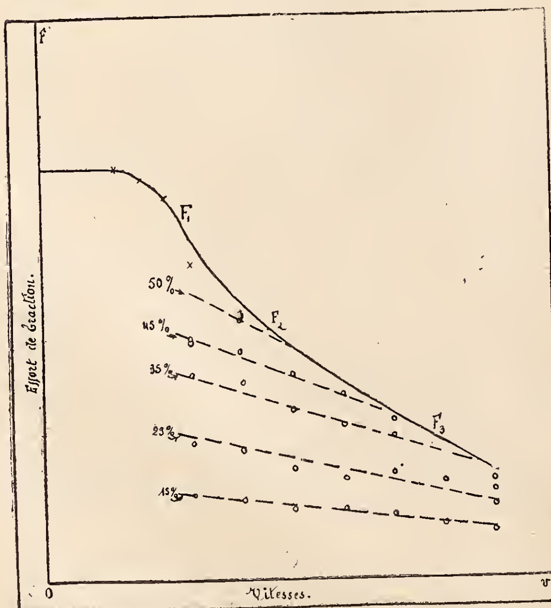


Fig. 1.

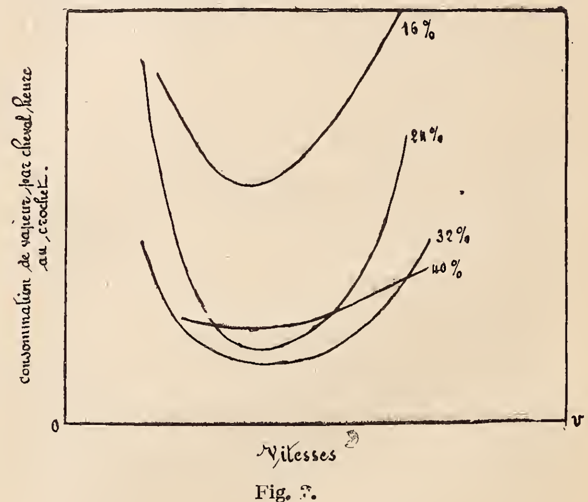


Fig. 2.

Pour une valeur constante de l'admission, la consommation commence par diminuer quand la vitesse augmente du fait de la réduction de la condensation dans les cylindres ; la consommation passe par un minimum pour une certaine vitesse, puis recommence à croître avec la vitesse du fait de l'augmentation des pertes de charge et des frottements. L'allure générale des courbes de consommation est celle indiquée sur le graphique ci-contre (fig.2).

Ce réseau de courbes représente la relation :

$$C = \varphi (v, a).$$

Il est facile de passer de cette relation à celle définissant le rendement quand on connaît la puissance calorifique du combustible employé dans les essais.

Nous verrons que pendant les essais, on peut déterminer également la consommation d'eau ou de vapeur, la température des différentes parties du foyer ou du faisceau tubulaire, la dépression du tirage en différents points du parcours des gaz. Les variations de tous ces éléments peuvent être représentées par des séries de courbes dépendant des deux paramètres *a* et *v*. L'examen de ces divers réseaux de courbes et leur comparaison avec d'autres réseaux afférents à des machines de même type, mais autrement dimensionnées, comme longueur de tube, par exemple, ou comme surface de surchauffeur, etc., permettent d'évaluer le bénéfice résultant des modifications considérées.

Les essais effectués dans les laboratoires que nous allons décrire maintenant n'ont d'autre objet que de déterminer, avec une précision aussi grande que possible, ces caractéristiques de marche pour un certain nombre de machines types et de fournir ainsi les éléments d'une étude critique du dimensionnement des locomotives à vapeur.

DESCRIPTION GÉNÉRALE DES LABORATOIRES D'ESSAI

Le premier laboratoire d'essai au point fixe des locomotives à vapeur a été conçu par le professeur Goss et exécuté sous sa direction à Lafayette (Indiana) pour l'université de *Purdue*. Le Pennsylvania Railroad a présenté ensuite à l'Exposition de Saint-Louis en 1905 un laboratoire analogue étudié en 1903 par MM. A. W. Gibbs et A. S. Vogt, ingénieurs du Pennsylvania Railroad.

Pendant l'Exposition de nombreuses locomotives américaines, françaises et allemandes ont été expérimentées à Saint-Louis ; puis le laboratoire fut transporté à *Altoona* dans les ateliers de construction et de réparation du Pensylvania Railroad.

A Altoona la plateforme d'essai au point fixe des locomotives à vapeur ne constitue qu'une partie de l'admirable laboratoire du Pennsylvania Railroad.

Enfin l'Université d'Illinois a installé ces dernières années, à *Urbana* (Illinois), un laboratoire tout à fait moderne dans lequel on a apporté tous les perfectionnements rendus possibles par l'expérience acquise à Purdue et à Altoona ; ce laboratoire a été étudié par M. C.-E. Smith et exécuté sous sa direction.

Ces trois laboratoires de *Purdue*, d'*Altoona* et d'*Urbana* sont conçus sur le même modèle ; ils comprennent essentiellement un *dynamomètre de traction* à course très faible et un certain nombre *de freins jumelés*, un par essieu moteur de locomotive.

Le dynamomètre sert de point d'appui à la locomotive ; il mesure et enregistre les efforts de traction qu'elle exerce.

Chaque frein jumelé sert à supporter les deux roues d'un même essieu moteur par l'intermédiaire de deux tambours d'entraînement et à absorber l'énergie mécanique qui lui est transmise par friction par l'intermédiaire de freins hydrauliques.

Les roues porteuses de la locomotive reposent sur des coupons de rails placés dans les mêmes alignements que les tambours des freins jumelés.

FREIN JUMELÉ

Chaque frein jumelé comprend essentiellement un arbre horizontal, tournant dans deux paliers sphériques, et portant deux tambours d'entraînement et deux freins hydrauliques.

Les paliers peuvent être déplacés à volonté sur le bâti général de la plateforme, de manière que l'axe du frein jumelé soit placé exactement dans le même plan vertical que l'essieu de locomotive qu'il doit supporter ; une fois ce réglage effectué, les paliers sont solidement boulonnés au bâti.

Les tambours porteurs sont en acier de première qualité, ils ont une largeur de jante de 127 millimètres et un diamètre de $1^{m},520$. (Pour les essais de machines grande vitesse, on emploie des tambours de diamètre plus grand, $1^{m},820$, afin de ne pas dépasser une vitesse de rotation de 500 à 530 tours par minute). Comme nous l'avons dit, ces tambours sont entraînés par friction, jante sur jante, par les roues motrices : au laboratoire d'Altoona, les jantes des tambours portent une gorge destinée à recevoir le boudin des roues motrices ; à Urbana, le tambour ne porte que la jante des roues motrices, le boudin tombant en dehors et tournant à faible distance d'un rail courant tout le long des voies et que l'on aperçoit sur la figure 3 accolé aux tambours porteurs vers l'intérieur.

L'arbre en acier du frein jumelé a un diamètre d'environ 290 millimètres et une longueur d'environ $4^{m},250$; il tourne dans des coussinets de paliers sphériques, ce qui permet leur alignement automatique. La longueur de ces coussinets est d'environ 610 millimètres ; elle est très grande, afin d'avoir une surface suffisante pour porter

sans échauffement une charge par essieu de l'ordre de 30 tonnes (1).

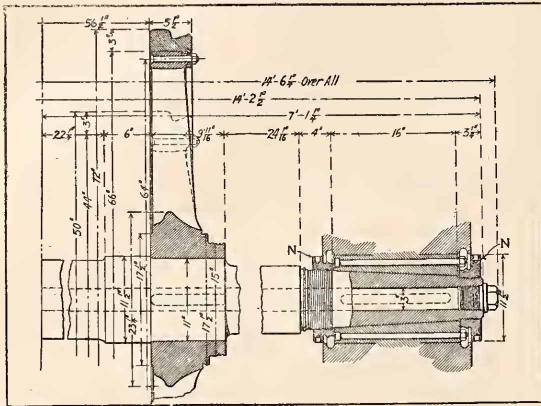


Fig. 3.

Les freins proprement dits (fig. 4) sont du type G. T. Alden, utilisés pour la première fois par le « Worchester Polytechnic Institute » ; ils sont montés de part et d'autre de paliers-supports, en bout d'arbre. Ils se composent essentiellement (fig. 4) d'un système de disques mobiles *e*, en fonte, montés sur un moyeu F et tournant dans une chambre à eau fixe. Les parois de cette chambre sont constituées par l'enveloppe H fixe et par une série de diaphragmes D en cuivre de 1,6 millimètre d'épaisseur reliés à la paroi cylindrique de l'enveloppe et appuyant chacun sur une des faces des disques mobiles C. La chambre est fermée dans sa partie voisine de l'axe par une série de bagues et de segments G qui appuie un rebord E des diaphragmes sur le moyeu. L'eau sous pression qui pénètre dans la chambre H par la partie inférieure (tuyau B) et en sort par la partie supérieure (tuyau A de 76 millimètres de diamètre appuie, par sa pression), les diaphragmes en cuivre fixes sur les disques mobiles en fonte et elle refroidit en même temps l'ensemble du système.

L'enveloppe H est maintenue en place au moyen de bielles L reliées au bâti général.

Les surfaces flottantes des disques et des diaphragmes sont graissées avec de l'huile à cylindres forcée sous pression à travers les orifices N et K placés les premiers à la périphérie de l'enveloppe, les seconds, au centre ; cette huile sort en M en entourant entièrement le moyeu.

En faisant varier la pression de l'eau de refroidissement, on fait varier le frottement entre disques et diaphragmes et par suite la force du frein. Un système de vannes permet d'effectuer ce réglage soit pour chaque frein individuellement, soit pour l'ensemble des freins jumelés.

La capacité unitaire des freins Alden est de 450 HP, soit 900 HP par frein jumelé ou par essieu moteur ;

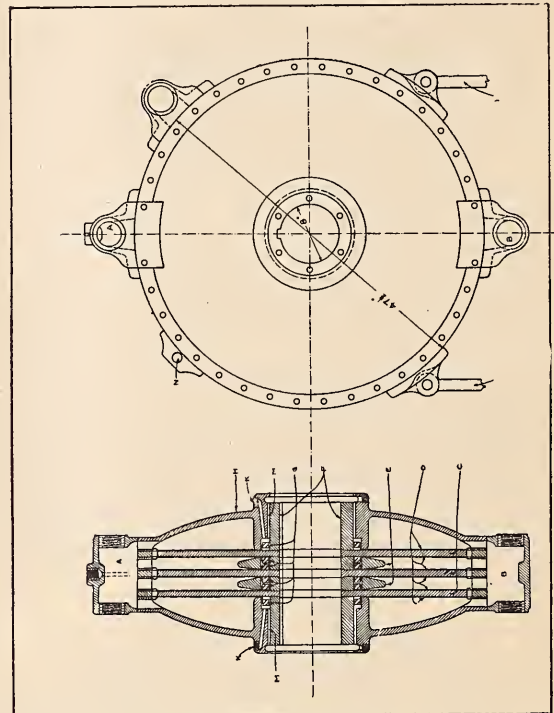


Fig. 4.

cette puissance est plus que suffisante pour l'essai de n'importe quel type de machines, la puissance d'une locomotive électrique ou à vapeur ne dépassant guère 6 à 700 HP par essieu.

Le calcul de ces freins a été fait en vue de développer un couple résistant de 2.500 kilogrammètres environ à 130 tours par minute, soit 5.000 kilogrammètres par frein jumelé.

DYNAMOMÈTRE

L'appareil dynamométrique doit remplir un grand nombre de conditions de réalisation difficile : il faut d'abord, pour que la locomotive appuie toujours par ses roues motrices sur la partie supérieure des tambours de frein, que le déplacement permis par le dynamomètre soit très faible ; il faut que l'appareil de mesure puisse enregistrer indifféremment un effort de traction ou un effort de compression, il faut que la hauteur du point

(1) On sait qu'en Amérique les poids par essieu moteur de locomotive sont beaucoup plus élevés qu'en France ; ils atteignent 30 à 32 tonnes tandis que notre réglementation limite à 18 tonnes la charge maxima.

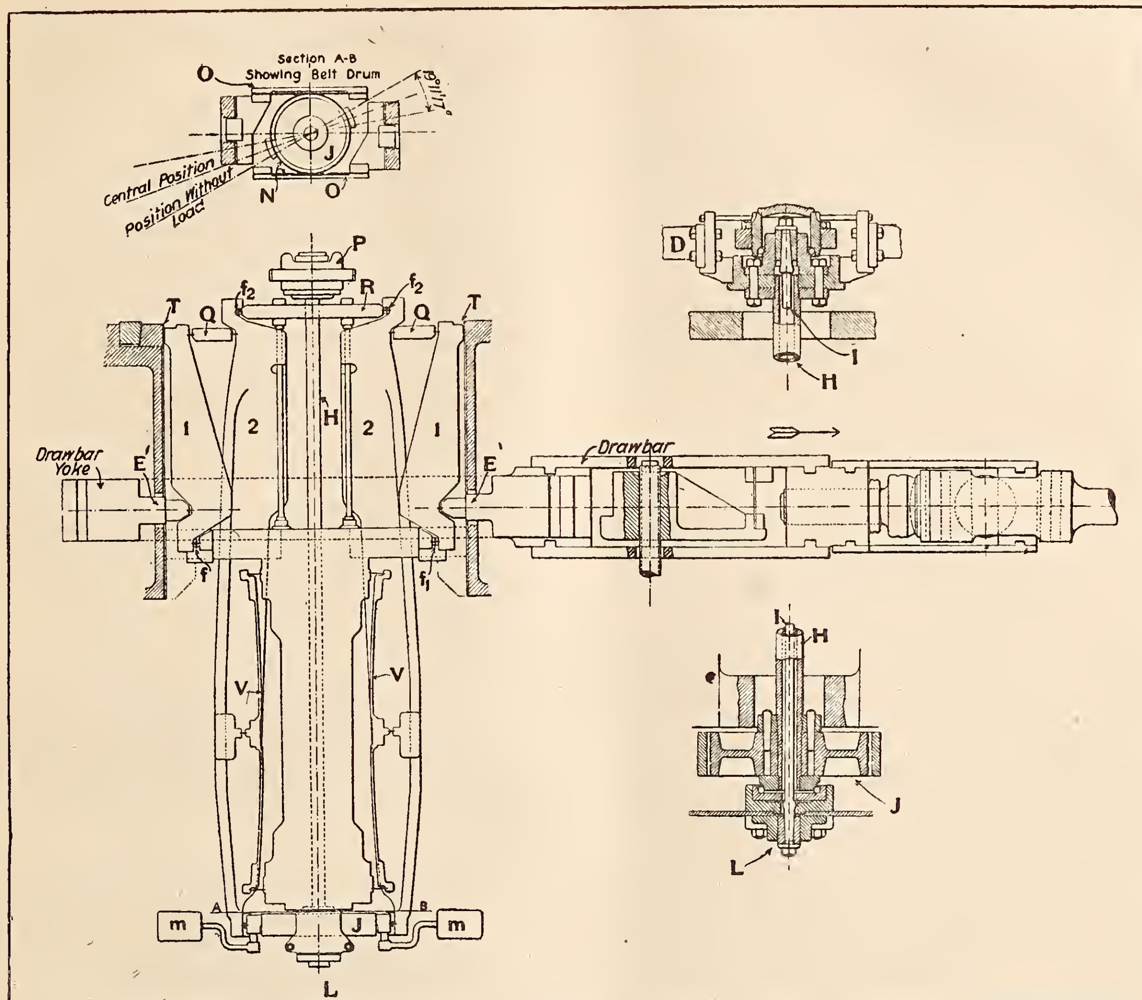


Fig. 5.

d'attache soit réglable pour permettre la jonction avec la barre d'attelage; il faut que l'appareil soit sensible et exact pour une très grande amplitude d'effort moteur de 0 à 40.000 ou 60.000 kgs.

Le Pennsylvania Railroad et l'Université d'Illinois ont fait choix, après étude, des dynamomètres type Emery.

Le dynamomètre du Pennsylvania Railroad ne comprend que des leviers, des ressorts et des poids, celui de l'Université d'Illinois est à ressort et à transmission par fluide.

DYNAMOMÈTRE DU PENNSYLVANIA RAILROAD

Le dynamomètre d'Altoona a été étudié et construit par le William Sellers Incorporated C° de Philadelphie.

Il comprend essentiellement des ressorts V V et une balance de torsion LH sur lesquels agit par l'intermédiaire des leviers 1, 2 la barrre d'attelage E (fig. 5).

Afin de permettre la mesure et l'enregistrement des efforts de compression comme ceux de traction, l'appareil est symétrique et comporte un double jeu de ressorts V et de leviers 1, 2. La barre E agit directement sur le levier 1 de droite quand il y a compression; elle agit, par l'intermédiaire d'une boucle E E', sur le levier 1 de gauche quand il y a traction.

Le déplacement maximum de la barre E a été fixé à 4/100 de pouce (1,02 millimètre) et la force des ressorts V a été calculée de manière à ce que l'effort correspondant soit de 80.000 lbs (36.000 kgs) pour le jeu de ressorts le plus fort;

De 40.000 lbs (18.000 kgs) pour le jeu de ressorts intermédiaires;

Et de 16.000 lbs (7.250 kgs) pour le jeu de ressorts le plus faible.

Mais à tout déplacement des leviers 2 autour de leur point d'articulation *fr* correspond non seulement une flexion des ressorts V, mais un déplacement des extrémités inférieures des leviers 2 : des bras 00 montrés nettement dans la section A B (partie supérieure de la figure 5) sont reliés au tambour J de la balance de torsion par une mince bande d'acier enroulée sur le tambour en question ; un déplacement de l'extrémité inférieure des leviers 2 entraîne donc une rotation de J et par suite du tube H auquel il est rigidement relié. A l'intérieur de ce tube se trouve une tige élastique I fixée rigidement à sa partie inférieure L au bâti du dynamomètre.

A la partie supérieure du tube H est fixé un levier horizontal portant à son extrémité le chariot de la plume de l'enregistreur.

Ce chariot porte un dispositif à rubans d'acier avec guide qui permet de transformer le mouvement circulaire de la plume en un mouvement rectiligne. Un amortisseur à huile permet d'atténuer les vibrations de l'équipage mobile dues aux variations périodiques de l'effort de traction et aux chocs.

La longueur des leviers, les positions des couteaux d'articulation sont choisies de manière à amplifier dans le rapport de 1 à 200 les déplacements de la barre d'attelage E.

La course de la plume de l'enregistreur est donc de 204 millimètres pour un effort de 36.000 kgs ; en changeant les ressorts V on peut obtenir la même course pour des efforts de 18.000 kgs ou de 7.250 kgs conformément à ce qui a été indiqué précédemment.

DYNAMOMÈTRE DE L'UNIVERSITÉ D'ILLINOIS

Le dynamomètre du laboratoire d'Urbana du type Emery comprend deux parties : l'une qui constitue la transformation de pression est représentée fig. 7, l'autre constituant la balance manométrique à lecture directe et enregistreuse.

La hauteur au dessus du sol du transformateur de pression peut être réglée à volonté de manière à être ajustée à la demande et être placée au niveau des appareils d'attelage de la locomotive étudiée.

La balance comprend essentiellement une chambre à huile dont une paroi, appelée diaphragme, est flexible ; elle reçoit et compense les efforts transmis par la barre d'attelage. La pression dans la chambre varie avec la charge et elle est transmise par l'intermédiaire d'un petit tube de cuivre à une seconde chambre à huile appelée chambre de « réduction » faisant corps avec la balance manométrique.

La pression transmise est « pesée » directement au moyen d'une sorte de balance romaine sensible et robuste : un poids fixe peut être déplacé le long du fléau de la balance jusqu'à ce que celui-ci prenne une position horizontale d'équilibre.

Ce déplacement est effectué automatiquement par un servo-moteur électrique constitué par un petit moteur entraînant une vis sans fin sur laquelle le poids fixe est monté comme un écrou.

Un contact fixé au fléau de la balance établit les connexions électriques voulues pour faire tourner le moteur dans un sens ou dans l'autre, suivant que la position du fléau correspond à un effort trop faible ou trop fort.

Quand le fléau est en équilibre, le courant est coupé et le poids est immobile ; dès que la charge varie, le poids se meut automatiquement. En pratique, le fléau et le poids sont toujours en mouvement.

Des interrupteurs permettent de manœuvrer le poids directement.

Dans le but d'éviter les chocs et les vibrations sur le générateur de pression, du fait des variations de l'effort de traction, le système est monté avec une pression initiale de 12.000 kgs obtenue en agissant sur le diaphragme du transformateur de pression par l'intermédiaire de ressorts et d'engrenages.

Le transformateur de pression peut transmettre aussi correctement des efforts de traction que des efforts de compression sans aucune modification du réglage. L'effort directement mesuré peut varier de 0 à 9.060 kgs (20.000 lbs), les divisions du fléau valant chacune 45,3 kgs (100 lbs) ou vernier permettant d'évaluer le 1/10 de division; on voit que l'appareil permet de faire des lectures à 4 k., 5 près.

Pour mesurer des efforts supérieurs à 9.060 kgs, on place un poids fixe au bout du fléau ; en opérant ainsi, on peut mesurer correctement des efforts égaux ou inférieurs à 60.000 kgs.

La course de la barre d'attelage est très faible ; elle ne dépasse pas 0,076 millimètres pour l'effort maximum ; grâce à la petitesse de ce déplacement on peut être assuré que, quel que soit le sens de marche, les essieux moteurs resteront dans le même plan vertical que les arbres des freins jumelés correspondants.

MISE EN PLACE DE LA LOCOMOTIVE

Pour effectuer la mise en place de la locomotive, on commence par régler l'écartement des paliers

des freins jumelés de manière à ce qu'il corresponde exactement à celui des essieux moteurs. La partie supérieure des tambours des freins jumelés sur lesquels reposent les roues motrices sont à un niveau supérieur de 6 millimètre environ à celui du plan des rails des voies de roulement placés dans le prolongement qui reçoivent les roues porteuses de la machine.

Une voie auxiliaire est placée au voisinage des tambours de frein à un niveau tel que les roues de la machine puissent être amenées sur les tambours en question enroulant sur leurs boudins.

La locomotive en feu entre par ses propres moyens dans le laboratoire en reculant, ses roues porteuses roulant sur les voies normales, ses roues motrices roulent sur leure boudins, reposant sur la voie auxiliaire dont il a été question ci-dessus.

Quand les essieus moteurs de la machine sont exactement placés au-dessus des arbres des freins jumelés, on règle la longueur de la barre d'attelage du dynamomètre pour cette distance et, à partir de ce moment, la machine ne peut plus se déplacer longitudinalement que d'une quantité insignifiante.

Des barres de sécurité, que l'on aperçoit nettement à la partie droite de la figure 8, maintiennent la locomotive, en cas de rupture de la barre d'attelage ou d'avarie au dynamomètre. Un jeu suffisant est ménagé dans ces barres de sécurité pour que la barre d'attelage ue soit pas gênée dans ces déplacements.

La voie auxiliaire placée entre les tambours des freins jumelés peut être enlevée avant le commencement des essais.

APPAREILS ACCESSOIRES

Le laboratoire est muni d'une série d'appareils accessoires permettant d'assurer la circulation d'eau et d'huile dans les freins, l'alimentation de la chaudière en eau et en charbon, l'évacuation des fumées et escarbilles sortant de la cheminée de la locomotive. Une série d'appareils de mesure de toutes sortes permet d'effectuer par lecture directe ou par enregistrement le relevé continu ou périodique des variations des conditions de marche de la machine. On inscrit ainsi, en fonctions du temps mesuré au moyen de chronomètres et de chronographes : la *vitesse de rotation* et le nombre de tours des roues motrices, la *température* et la *dépression* en différents points du parcours des gaz du foyer, la *température et la pression* de la vapeur à l'admission et à l'échappement, etc.

Des diagrammes d'indicateurs sont relevés en général toutes les cinq minutes pour chaque cylindre et chaque course aller ou retour, ou des échantillons de gaz sont prélevés périodiquement pour déterminer leur composition au moyen de l'appareil Orsat ; le degré de siccité de la vapeur est également mesuré, ainsi que la puissance calorifique du charbon, des escarbilles et des résidus de boîte à fumée, fraisil, etc.

En résumé, on recueille toutes les données pouvant fournir des indications sur les conditions de marche des machines, afin de pouvoir effectuer les corrections nécessaires pour rendre les différents essais comparables et établir graphiquement les lois de variation de chacun des éléments mesurés en fonction des deux paramètres indépendants choisis : la vitesse et le degré d'admission.

MÉTHODES D'ESSAI PRÉCAUTIONS SPÉCIALES

Pour l'exécution de ces essais, on se conforme aux règles pratiques formulées par l'*American Railway Uraster mechanic's Association* dont le siège est à Chicago.

Chaque essai est exécuté à une *vitesse* et à une *admission* fixée à l'avance et ces deux quantités sont maintenues aussi constantes que possible pendant toute la durée de l'expérience.

Pour obtenir une certaine précision dans la mesure des consommations de charbon, il faut que la dépense totale de combustible pendant l'essai ne descende pas au-dessous d'une certaine limite de l'ordre de 3 tonnes. Les erreurs effectuées dans l'évaluation des quantités de combustibles existant sur la grille au commencement et à la fin de l'essai, ne peuvent alors dépasser une valeur relative assez faible. Comme, d'autre part, il est difficile de maintenir pendant longtemps une allure de combustion très poussée (de 600 à 900 kgs de charbon par mètre carré de grille), on voit que la durée de l'essai sera d'autant plus courte que l'allure de combustion sera plus vive. La durée d'essai est en général comprise entre 1/2 heure et 3 heures pour chaque valeur de *la vitesse* et de *l'admission* et pour chaque allure de combustion.

ESSAIS SPÉCIAUX

En dehors des essais généraux sur lesquels nous venons de donner quelques indications sommaires, il est possible d'étudier au point fixé certains mouvements secondaires de la machine qui peuvent être plus ou moins masqués en marche normale par l'inertie du tracteur.

Il se produit en fait, dans l'essai au point fixe, des mouvements vibratoires très accentués, d'amplitude et de fréquence définies, qu'il est intéressant

d'enregistrer et d'étudier. Les vibrations transversales longitudinales et verticales produites par le mouvement alternatif de l'appareil moteur peuvent être enregistrées directement sans aucune difficulté. Les variations périodiques de pression dues à des imperfections d'équilibrage des masses tournantes ou oscillantes peuvent être mesurées en utilisant une méthode analogue à celle employée en artillerie pour l'évaluation des pressions balistiques.

En faisant passer un fil d'acier ou de cuivre soigneusement calibré entre la jante d'une roue motrice et la jante du tambour de frein qui la supporte, on écrase plus ou moins le fil selon que la pression entre les jantes est plus ou moins forte. On peut admettre que l'écrasement de ces « crushers » est proportionnel à la pression.

Au laboratoire d'Altoona, on emploie des fils d'acier ayant un diamètre d'environ 15 dixièmes de millimètre ; l'épaisseur de ces fils après laminage est mesurée au micromètre tous les 10 ou 15 centimètres en partant d'une petite saillie que produit dans le fil une rainure ménagée à cet effet dans la jante des roues motrices sur le même rayon que le bouton de manivelle. L'écrasement étant ainsi repéré par rapport à un point bien défini de la roue, on peut évaluer la variation de pression pendant le tour complet en chaque point.

La figure 6 ci-contre représente un relevé de « crusher » effectué à la vitesse de 240 tours par minute sur une machine compound du type « Atlantic » construite par la Société Alsacienne.

Sur cette figure, les ronds noirs ou blancs indiquent la position du bouton de manivelle, les segments noirs ou blancs les contepoids d'èquilibrage.

Dans ces essais, le fil est amené près de la jante des roues par des tubes d'environ 10 millimètres de diamètre, des poulies-guides de grand rayon permettent d'écarter le fil des roues après laminage ainsi qu'il est indiqué figure 7.

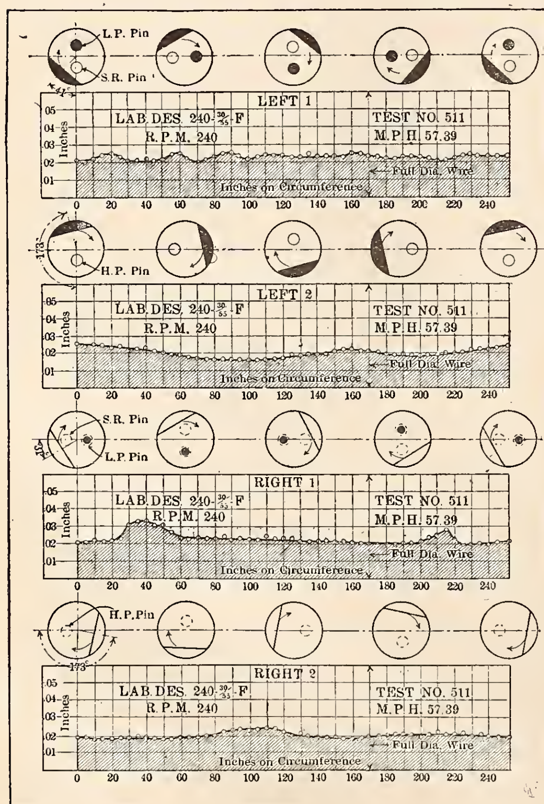


Fig. 6.

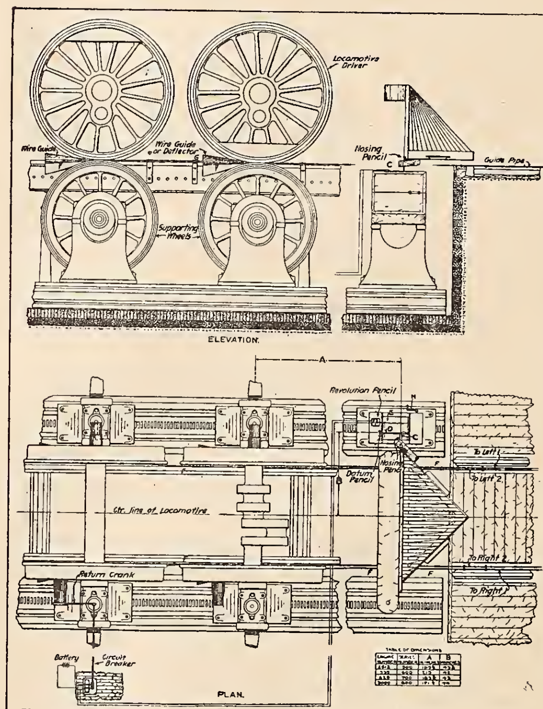


Fig. 7.

Le dispositif d'enregistrement du mouvement de vibration transversal où vertical est représenté également à la partie inférieure de la figure 7.

La vibration longitudinale est enregistrée directement par le dynamomètre et l'expérience montre qu'il existe pour chaque machine une vitesse critique à partir de laquelle les oscillations longitu-

dinales deviennent de plus en plus accentuées.

Dans les laboratoires, il est facile de déterminer, par l'essai au point fixe, la vitesse pour laquelle l'effort de traction change périodiquement de sens du fait du mouvement des pièces à mouvement alternatif.

Pour rendre cet effet particulièrement sensible, on enlève les barres de sécurité reliées aux appareils amortisseurs dont il a été question précédemment et on observe les mouvements de la barre d'attelage.

La valeur de cette vitesse critique est excessivement variable d'une machine à l'autre : pour les machines « Atlantic » essayées à l'Exposition de Saint-Louis, on a trouvé des nombres variant de de 200 à 320 tours, suivant le mode de construction, 200 tours pour les machines de la Société Alsacienne, de la Baldwin C°, de la Hanoverische Actien Gesellschaft, et 320 tours pour une machine Cole de l'American Locomotiv C°.

Ces vibrations sont beaucoup plus apparentes au point fixe qu'en marche normale ; les mouvements secondaires du matériel roulant de chemin de fer étant souvent masqués par la force vive du mouvement principal de translation ; mais il est bien connu que sur les machines en mouvement, ces mouvements parasites prennent une importance de plus en plus grande à mesure que la vitesse augmente.

Il n'est pas question ici des effets de résonnance qui ont été constatés sur certaines locomotives à vapeur ou électriques à certaines vitesses particulières.

Ces phénomènes auraient pu être sérieusement étudiés et peut-être entièrement expliqués si on avait essayé dans des laboratoires analogues à ceux que nous venons de décrire, des locomotives électriques présentant cette particularité.

Il est probable que les compagnies françaises de chemin de fer imiteront prochainement l'exemple donné par les Américains et que notre pays sera doté d'un laboratoire permettant l'essai complet de locomotives électriques ou à vapeur au point fixe.

H. P.

L'ÉLECTRICITÉ PENDANT LA GRANDE GUERRE

La Télégraphie par le sol.

Il n'est pas un ancien combattant qui ne connaisse les services rendus, pendant la dernière période de la guerre, par la T. P. S. Nous donnons ici les principes de cet intéressant système.

La télégraphie par le sol ne date pas en réalité de la guerre, un premier brevet d'invention pour un système de télégraphie utilisant l'eau comme conducteur avait été accordé en 1854 à James Lindsay, qui obtint des portées entre postes de 1.000 à 1.700 mètres. Déjà en 1832, Samuel Morse, l'inventeur de l'appareil télégraphique bien connu, eut l'idée de télégraphier en utilisant la conductance de l'eau.

Willoughly Smith, dans le but d'établir une communication télégraphique entre le phare de Fashuit et la localité située sur la côte voisine, employait deux plaques métalliques placées dans l'eau au poste transmetteur et un système identique au récepteur. Il parvint, en utilisant des courants intenses, à recevoir un courant d'intensité suffisante pour actionner le dispositif de réception.

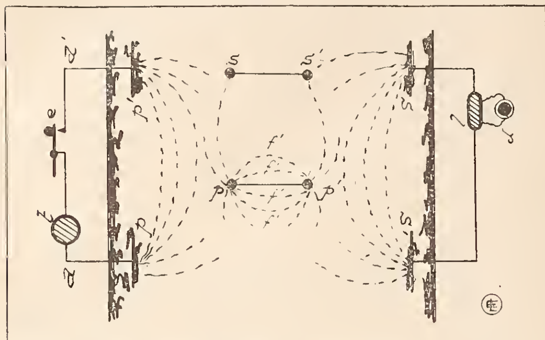
Quand le téléphone fut inventé, on essaya de transmettre à travers le sol. Les expériences successives de l'abbé Michel, de Strecker, Orling et Armstrong, développèrent l'emploi des systèmes de télégraphie par le sol et permirent des portées de 10, 15 et même 35 kilomètres ; cette dernière exigeait l'emploi d'un relais intermédiaire de transmission.

Depuis, il semble bien que ce système de transmission a été presque complètement délaissé. La guerre l'a fait renaître pour les communications entre postes avancés et les petites portées.

PRINCIPE DE LA TÉLÉGRAPHIE PAR LE SOL

Le poste de transmission est en principe constitué par une longue ligne isolée d'au moins 50 mètres de longueur, mise à la terre à ses deux extrémités, à l'aide de treillages métalliques ou de sérieuses prises de terre pp'. On intercale sur la ligne une source à courant alternatif t comportant soit une bobine à vibrateur ou un alternateur four-

nissant un courant d'une fréquence de l'ordre de quelques centaines de périodes par seconde (fig. 1).



Quand le manipulateur *e* est fermé, le courant alternatif passe dans la ligne et se ferme par des lignes de courant qui pénètrent dans le sol. Au poste de réception on dispose aussi une ligne isolée, plus longue que la ligne de transmission, et réunie à deux prises de terre. On s'arrange de telle façon que les lignes transmission et réception soient parallèles.

Pour des portées de l'ordre de 1 kilomètre, il suffira généralement d'intercaler un récepteur téléphonique de résistance appropriée.

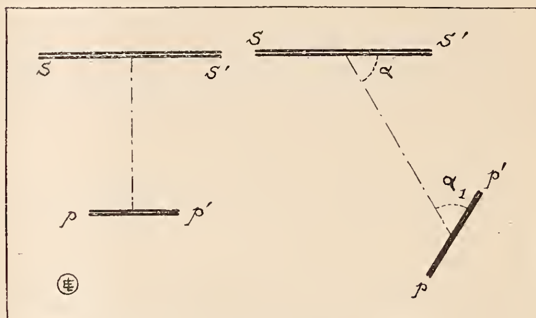
Si les portées sont supérieures à 1 kilomètre, on préfère amplifier les courants reçus à l'aide d'un amplificateur à tubes à vide.

On peut admettre que les courants alternatifs se répandant dans le sol induisent à distance de nouveaux courants alternatifs dans le circuit de réception. Ces courants amplifiés ou non traversent le récepteur, qui rendra un son de hauteur correspondant à la fréquence de vibration du transmetteur. On pourra donc, à l'aide du manipulateur, former des signaux brefs ou longs correspondant à l'alphabet Morse.

Il faut remarquer que dans certains cas la conductibilité du sol peut intervenir. En effet, les lignes de courant ne se répandent pas seulement dans le plan vertical passant par *pp'*, mais peuvent s'étendre horizontalement des deux côtés et attendre les prises de terre du poste de réception *s* et *s'*, se fermant ainsi par l'amplificateur ou le téléphone. Suivant la nature du terrain, les deux effets peuvent agir à la fois, ou l'un d'eux peut être prépondérant. Il semble pourtant que l'induction est prépondérante dans la plupart des cas pratiques.

INFLUENCE DE L'ORIENTATION DES LIGNES.

On a constaté que les plus grandes portées étaient obtenues quand les bases *pp'* et *ss'* étaient parallèles. Si cette condition est difficile à réaliser (ce qui est le cas le plus général d'ailleurs), la portée maximum est obtenue quand les lignes sont inclinées et que les angles α et α^1 sont égaux (fig. 2).



INFLUENCE DU SOL.

La ligne de transmission étant d'une longueur égale à 50 mètres, et la ligne de réception de 300 mètres, on obtient, avec un courant de 0,5 ampère dans la ligne, des portées de 4 à 5 kilomètres, mais ces portées sont variables avec les terrains.

Des terrains très humides offrent une bonne conductibilité, et les lignes de courant ne pénètrent pas dans le sol, elles se localisent. Dans ce cas les portées sont généralement réduites. C'est ce qui se passe à proximité d'un cours d'eau.

La transmission est généralement difficile, sinon impossible, dans le cas de sols rocheux ou secs. Pourtant la transmission peut être très bonne, si l'on peut atteindre, avec les prises de terre, une couche humide placée sous la couche rocheuse.

Il est bien évident que la surface du sol ne peut fournir un renseignement suffisant ; il n'est, en effet, possible de déterminer les conditions de conductibilité du sol, qu'après essai.

Perturbations. = On a remarqué que les liaisons étaient souvent difficiles, quand des distributions électriques étaient rapprochées. Celles-ci agissaient sur les récepteurs par induction ou par défaut d'isolement. Les lignes téléphoniques avec retour par la terre agissent sur les récepteurs comme un véritable poste de transmission.

Les courants telluriques produisent aussi, dans certains cas, des parasites gênants.

On a essayé de supprimer partiellement les parasites et les transmissions gênantes à l'aide de dispositifs appelés bouchons. Ces appareils, sortes de circuits oscillants, ne laissent pas passer des courants alternatifs dont la pulsation est telle que

$$L C \omega^2 = 1$$

Leur impédance est infinie pour les courants de

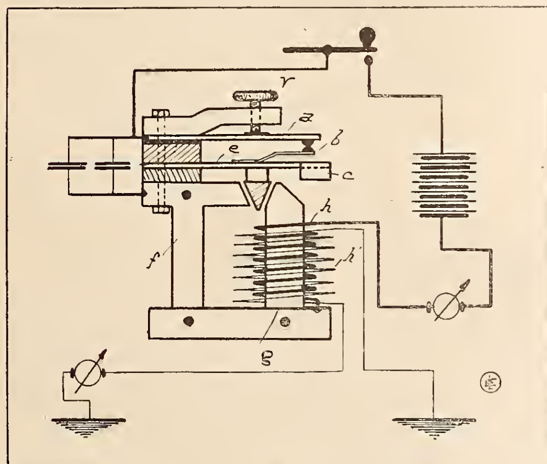
cette fréquence, mais ils laissent passer les courants de pulsations différentes.

Les bouchons sont montés à la sortie de l'amplificateur.

POSTE DE TRANSMISSION.

Les sources à courant alternatif proviennent généralement de vibrateurs spéciaux, sortes de bobines d'induction alimentées par des accumulateurs. Le trembleur peut être muni de masses additionnelles pour varier la fréquence du son. On peut dans ce cas différencier plus facilement les transmissions rapprochées.

La bobine d'induction proprement dite est formée d'une masse *f*, *g*, de fer doux (fig. 3) faite de plaques de tôle isolées. Une des branches *g* porte les deux enroulements primaire et secondaire superposés.



Sur l'enroulement primaire sont montés le manipulateur et le vibrateur spécial. Il est alimenté par une batterie d'accumulateurs de 10 volts.

Le secondaire peut être relié directement aux bases de transmission, ou par l'intermédiaire d'un milli-ampèremètre.

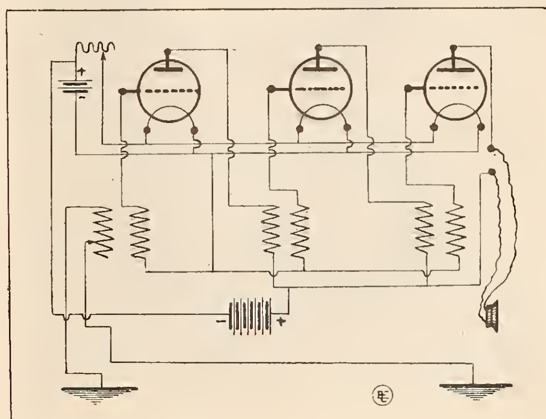
Les enroulements et le vibrateur sont calculés de telle façon que le courant passant dans les bases soit le plus grand possible, avec un minimum de consommation aux accumulateurs, quand la résistance totale des lignes et des prises de terre est de 50 à 100 ohms. Ce courant varie entre 0,5 et 1 ampère.

Le vibrateur comporte une pièce en fer doux *e* de forme spéciale portant un contact platiné *b*. L'autre contact platiné est porté par une lame en laiton *a* dont la position est réglable à l'aide d'une vis *v*. Aux bornes du vibrateur est montée une capacité de 6 microfarads pour absorber l'étincelle d'intra-courant.

On modifie la fréquence du vibrateur en employant des masses de laiton *c* que l'on fixe à l'extrémité de la lame *e*. L'appareil comporte 2 petites masses et une grosse permettant des combinaisons variées. On obtient des fréquences variables entre 300 et 800 p. p. s. La ligne de transmission n'a pas besoin d'être écartée du sol, il suffit d'employer du fil isolé reposant sur la terre. Ce fil n'a pas besoin d'être posé en ligne très droite, il peut sans inconvénient épouser les sinuosités du terrain.

POSTE DE RÉCEPTION

Si l'on se trouve à peu de distance, il suffit d'intercaler sur un récepteur téléphonique la ligne reliant les deux prises de terre. Les récepteurs employés doivent avoir une résistance à peu près égale à celle des lignes et des prises de terre. Pour des distances supérieures à un kilomètre, on emploie



un amplificateur à tubes à vide à deux ou trois étages d'amplification. On sait que si l'on fait varier le potentiel de la grille à un tube à vide, les variations de potentiel correspondront à de grandes variations de courant dans le circuit filament-plaque. Ce dernier contient le récepteur téléphonique ou un primaire de transformateur agissant sur le secondaire intercalé dans le circuit-grille d'une deuxième lampe (fig. 4). Le récepteur téléphonique est monté dans le circuit-plaque de la dernière lampe. Nous renverrons le lecteur pour le fonctionnement général d'un amplificateur à l'un des précédents numéros de l'*Electricien*.

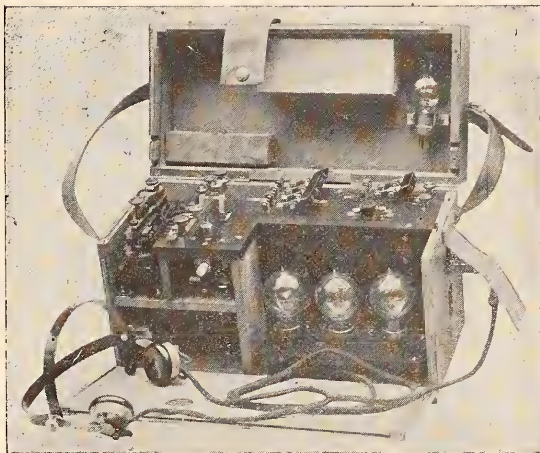
Les fils de ligne sont préférablement raccordés à un petit transformateur intermédiaire entre le

circuit de réeeption proprement dit et la première lampe. On obtient ainsi des variations sensibles de potentiel.

Dans eertains eas on utilise, à la place de lignes reliées à la terre, des eadres reetangulaires à plusieurs spires de eâble isolé, disposés directement sur le sol. Ce procédé est inférieur à l'emploi de prises de terre.

DISPOSITION DES ORGANES.

Dans une première disposition utilisée pendant la première période de la guerre, les appareils de transmission et de réception étaient séparés. Une boîte eontenait le vibrateur et la bobine, et sur la planchette supérieure, on avait disposé le manipulateur. Une autre boîte contenait uniquement l'amplificateur à deux ou trois lampes à vide.



Dans une disposition récente (fig. 5), une même boîte eontient transmetteur et amplificateur. On voit sur la plaque d'ébonite supérieure, de gauehe à droite, le manipulateur dont le bras principal est en deux parties, réunies par une eharnière convenablement disposée (par suite de l'eneombrement), l'inverseur permettant de passer de transmission sur réception, l'inverseur des aeeumulateurs et le rhéostat de ehauffage des lampes. Sous l'inverseur est disposé l'amplifieateur à trois lampes. A gauche on voit le vibrateur spécial avee ses deux enroulements et les réeepteurs téléphoniques.

Ler masses additionnelles, l'outillage et une lampe de reehange sont logés dans le eouverele.

SURPRISE DES COMMUNICATIONS TÉLÉPHONIQUES.

Une ligne téléphonique avee retour par le sol agira comme un poste de transmission.

Une ligne téléphonique à double fil pourra agir par induetion sur le système récepteur.

On eonçoit que, malgré la faible intensité de courants téléphoniques, il a été possible, à l'aide de dispositifs réeepteurs analogues à ceux décrits, de surprendre pendant la guerre les conversations ennemies.

On a intérêt, dans la plupart des eas, à disposer les prises de terre le plus près possible des lignes sur lesquelles on désire surprendre des eonversations. Dans certains cas, des eadres bien disposés ont permis d'éeouter des eonversations sérieuses et de déjouer les plans de l'ennemi. Ces eadres reetangulaires, de 70 à 100 mètres sur 30 à 40 mètres, étaient formés de 4 à 12 spires de fil simple de campagne.

P. Maurer,
Ingénieur Electricien.

Conseils aux inventeurs.

Les plus grandes qualités d'une machine sont les suivantes : réalisation du résultat par des moyens faciles à comprendre ; simplicité et bon rendement ; facilité d'adaptation aux habitudes de pensée et d'action de ceux qui doivent la fabriquer et de ceux qui doivent l'employer.

Tout ce qui, dans une machine, ne peut pas être facilement compris par ceux qui doivent la construire, la vendre, l'acheter ou en faire usage, constitue un obstacle au succès. Le succès économique véritable dépend du nombre des machines de ce type qu'on peut faire employer dans les ateliers.

James Hartness.

COMMUNIQUÉ

L'Administration de l'annuaire de l'électricité ÉLECTRO, 47, boulevard de Sébastopol, Paris, nous prie d'informer nos lecteurs qu'elle recevra avec plaisir toute demande d'insertion des maisons d'électricité nouvellement installées, de Paris ou de province.

Ces insertions sont faites **gratuitement.**

L'Electricité appliquée à l'Automobile.

LE XVe SALON DE L'AUTOMOBILE

Le XVe Salon d'Automobile est le premier d'après-guerre ; à ce titre il est intéressant de rechercher quelle progression a suivie l'utilisation de l'électricité dans cette branche si prospère de l'industrie.

Les véhicules électriques sont peu nombreux au Salon de l'Automobile. Ce genre de traction pourrait cependant se développer en raison des avantages qu'il présente (souplesse, absence de bruit et de fumées). Il est d'ailleurs très répandu dans les grandes villes des Etats-Unis, où près de 150.000 véhicules électriques sont en service.

Il est évident que l'on ne trouve pas en France des postes de charge d'accumulateurs nombreux et accessibles, comme en Amérique, et c'est là une circonstance qui entrave fortement l'usage des véhicules à accumulateurs.

Nous avons cependant remarqué une belle limousine A. A. A. dont la batterie de 42 éléments assure un parcours de 120 kilomètres, à une vitesse de 45 kilomètres à l'heure. Ce sont là des chiffres largement suffisants pour un service de ville. Une camionnette électrique à batterie Edison voisine avec une « Auto-Bijou », qui eut un certain succès de curiosité. D'un encombrement à peine supérieur à celui d'une motocyclette, ce petit véhicule alimenté par 4 batteries Gadot de 216 A. H. transporte une personne aux vitesses de 3, 6 ou 12 kilomètres à l'heure, monte une côte de 15 % et pourrait faire un parcours de 55 kilomètres sans recharge.

Une voiture Elec-tri-car à accumulateurs et moteur vertical sur une roue avant unique (fig. 1), réalise, au moyen d'une carrosserie *Torpedo*, l'application au service de voyageurs d'un système déjà employé comme voiturette de livraison.

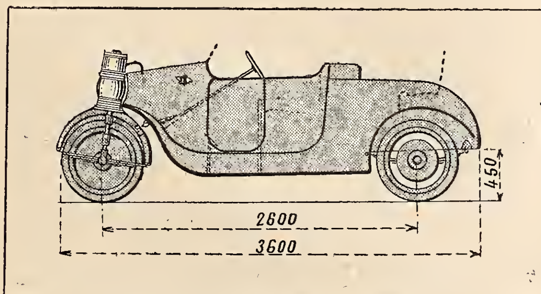


Fig. 1. — Voiturette électrique tri-car.

Beaucoup plus importants sont les camions-ateliers Crochat, qui marchent au moteur à essence, mais dont la traction électrique est assurée par une génératrice et deux moteurs actionnant les roues arrière. Le camion photo-électrique utilisé pendant la guerre dans les parcs d'aviation s'est transformé en voiture-cinéma pour projections et prises de vues. Un loco-tracteur de 4 tonnes 800, voie de 0 m, 50, pouvant remorquer 60 tonnes à la vitesse de 6 km. 500 est encore une application de la traction moto-électrique, qui s'annonce pleine d'avenir.

L'électricité s'affirme définitivement comme indispensable à l'automobile, et non plus seulement à titre d'accessoire, de fantaisie luxueuse. On peut dire qu'il n'y a plus une grande marque qui n'ait adopté l'éclairage électrique sur les voitures de ville ou de tourisme. Le courant étant obtenu facilement au moyen de *dynamo-moteurs*, d'*alterna-moteurs* calés sur le moteur à essence, les utilisations s'en sont généralisées : phares avant et arrière, éclairage et chauffage de l'intérieur de la voiture, démarrage automatique, avertisseurs sonores, *allumage* remplaçant la magnéto, etc. Il en résulte un véritable *équipement électrique* compliqué dans quelques cas d'accumulateurs de réserve, et l'on peut dire que dès maintenant il serait nécessaire que tout bon chauffeur possède les notions d'électricité indispensables pour l'entretien d'installations aussi complètes et fragiles, de par leur nature. D'ores et déjà, il est évident que les constructeurs, réparateurs et grands garages doivent utiliser des *électriciens professionnels*, tout « bricolage » d'équipements délicats et coûteux ne pouvant se traduire que par des pertes de temps et de matériel.

La meilleure attestation que l'équipement électrique des automobiles n'est plus considéré comme un luxe, mais devient une nécessité consacrée par l'expérience, est fournie par l'exemple de l'installation de l'éclairage électrique, sans aucun caractère de « réclame », sur des voitures de *livraison de marchandises* Panhard. La généralisation d'un tel éclairage, intensif et sûr, augmenterait certes la sécurité de la circulation générale et des véhicules eux-mêmes.

L. Fourcault.

NOTRE
Enquête sur l'Enseignement de l'électricité industrielle.

*L'*Electricien *s'est donné pour but de stimuler l'organisation de l'enseignement pratique de l'électricité, Il demande aux intéressés — tous les électriciens — de l'aider dans cette tâche.*

Nous avons reçu les lettres suivantes :

« Monsieur le Rédacteur en chef,

« Voulez-vous permettre à un vieil industriel de vous donner son avis impartial sur la très intéressante enquête que vous avez ouverte dans l'*Electricien.*

« Au lieu d'établir des Ecoles techniques au petit bonheur, la première préoccupation des protagonistes devrait être, à mon avis, de rechercher soigneusement d'abord si elles répondent à un besoin, puis, s'il en est ainsi, de s'entourer de compétences destinées à mettre sur pied une œuvre charpentée ayant des fondations solides.

« Pour l'électricité, qui est l'industrie qui nous occupe, il est incontestable que des mesures s'imposaient depuis l'exposition de 1900. L'électricité est une science industrielle difficile qui exige des ouvriers d'élite, instruits et travailleurs, car je n'appelle pas « électriciens » les ouvriers manuels, ajusteurs, serruriers, menuisiers, etc., qui ont posé des sonnettes ou installé la lumière dans une villa et qui se disent ensuite « électriciens ». Ces ouvriers électriciens doivent évidemment être instruits, mais il me semble que cette instruction doit être toute spéciale et donnée en dehors des heures de travail, soit à l'atelier, soit par correspondance, soit par cours du soir. Je ne vois pas la place d'une école dans tout cela (1).

« Au dessus de ces ouvriers qui constituent le plus grand nombre, la masse des travailleurs, il faut des chefs d'équipes, des bons contremaîtres, des chefs électriciens, des dessinateurs, etc., en un mot des gens débrouillards, sachant lire un dessin, le comprendre, l'expliquer aux ouvriers, sachant relever sur place un croquis, évaluer le prix d'une installation, etc. Ces gens-là sont excessivement utiles, car ils sont les forces agissantes d'une industrie ; le patron et le client ont également besoin d'eux. Pour ceux-là les écoles sont nécessaires, à condition que ces écoles développent chez leurs élèves les qualités dont je viens de parler : l'initiative, le bon sens, l'activité, en même temps que les connaissances techniques et l'usage du marteau, de la lime et des outils.

(1) Nous rappelons à notre aimable correspondant que nous avons volontairement laissé de côté pour le moment cette partie de notre enquête. P. M. S.

« Les programmes, l'emploi du temps, les méthodes à employer sortent complètement de ma compétence, mais à coup sûr la vie scolaire doit être rapprochée le plus possible de la vie industrielle et de l'usine et l'enseignement n'a de raison d'être que s'il est donné par des gens de métier.

« Les jeunes gens dont vous parlez ont dix-huit à vingt ans et vous les assimilez à des ingénieurs. De mon temps on était plus difficile et bien que le titre d'ingénieur ne soit pas officiellement défendu, comme vous le dites fort bien, on se faisait une idée plus haute et plus complète des connaissances d'un ingénieur. N'importe, je ne discute pas sur les mots, ce qui m'intéresse, c'est que les écoles dont vous parlez me fournissent des jeunes gens bien préparés à l'industrie plutôt que des savants, des hommes débrouillards et actifs plutôt que des puits de science.

« Veuillez, etc.

« D. L., *aux Forges de l'Allier.* »

++

Lettre d'un « Professeur à une Ecole spéciale d'électricité ».

« Monsieur le Directeur,

« Vous effleurez une question bien délicate, dans votre enquête sur l'Enseignement de l'électricité, lorsque vous parlez de la nécessité que les maîtres de cet enseignement soient des professionnels de l'électricité, avec « appointements variables suivant la maîtrise, spécialité », etc...

« En un moment où le développement des industries électriques permet l'utilisation pleine et entière des spécialistes réellement qualifiés (et vous voudrez bien convenir qu'il n'y a pas pléthore dans cette catégorie), comment voulez-vous que des « compétences » consacrent plusieurs heures par semaine à faire des cours à raison de 12 ou 15 francs l'heure ?

« Même avec l'idée de dévouement à l'intérêt général, qui a été mon stimulant jusqu'ici, vous pouvez poser qu'en fait un spécialiste présentant les garanties que vous réclamez à juste titre ne se dérangera pas à moins d'une « indemnité » de 50 francs pour une conférence. Et j'ajoute qu'il faudra au préalable y joindre des sollicitations en faveur du bien public.

« Mais, d'autre part, les budgets des Ecoles privées, entreprises qui n'échappent pas aux lois commerciales, sont-ils capables d'un tel effort ?

« Et sinon, *quid* des dépens ?

« Veuillez agréer, etc... »

« Monsieur le Rédacteur en chef de l'*Électricien*,

« Je pense que dans l'enquête ouverte par l'*Électricien* sur l'enseignement professionnel de l'électricité, vous voudrez bien admettre, — et publier, — les observations, ou plutôt les doléances de parents qui viennent d'en subir l'expérience.

« Je dis doléances, car je dois, au préalable, vous déclarer que certaines déceptions sont découlées de cette expérience. Je m'explique. Mon fils m'ayant paru avoir beaucoup de goût pour l'électricité, j'ai encouragé ce que je considérais comme une bonne orientation, l'industrie électrique me paraissant évidemment pleine d'avenir.

« Pour cela, j'ai dû m'imposer quelques sacrifices, car vous savez comme moi combien l'Etat français, ignorant sans doute que l'électricité nécessite des études spéciales, a négligé jusqu'à présent d'en organiser un enseignement accessible à tous. Je me suis donc facilement laissé convaincre de l'excellence d'une certaine école privée d'électricité, d'ailleurs très honorablement connue, qui me « garantissait » au bout de trois années d'études un diplôme d'électricien et une situatian *ad hoc*. Les connaissances générales de mon fils me paraissant notablement supérieures au minimum requis pour l'entrée à ces cours spéciaux, je n'avais pas lieu d'avoir de doutes sur le résultat à obtenir.

« En effet, études et examen de sortie furent déclarés satisfaisants, mais quand il fut question du placement du nouvel ingénieur, c'est-à-dire en somme de la réalisation et d'un résultat, j'ai eu toutes raisons de n'être pas moi-même très satisfait. Les places trouvées, après nombre de recherches et de démarches, n'étaient que des situations de tout second ordre, sans avenir. Sans doute je n'avais pas la prétention que mon fils obtienne, dès la sortie d'une Ecole, un poste de confiance et de responsabilité, mais ces recherches me donnèrent l'impression très nette que les maisons sérieuses considéraient plutôt comme une charge d'employer un tel débutant, qui pouvait avoir des prétentions à un titre d'ingénieur, sans que l'on puisse lui en confier les fonctions. J'ai dû me rendre à cette dernière évidence, et mon fils ne fit aucune difficulté à le reconnaître, lorsqu'il fut mis réellement au courant de la pratique d'une centrale, grâce à un ami qui voulut bien, non pas utiliser ses services, mais plutôt lui apprendre une pratique que beaucoup d'ouvriers possédaient déjà à l'âge de mon fils, sans avoir fait d'études.

« En résumé, mon fils n'était ni ouvrier, ni ingénieur, manquant presque totalement des connaissances pratiques aussi indispensables à l'un qu'à l'autre. A vous de conclure dans quel sens doit être orienté l'enseignement professionnel, s'il est vrai qu'on veuille enfin s'occuper de l'organiser.

« Veuillez agréer, etc. »

« B. Ramat, *Paris*. »

Informations. -- Analyses. -- Revues.

Les progrès récents en Radiotéléphonie.

Les progrès que les ingénieurs ont cherché à réaliser en radiotéléphonie ont principalement pour but de transmettre la voix à des distances de plus en plus grandes, en utilisant en Angleterre dans toutes leurs conséquences les découvertes de Hertz, Lodge et Marconi.

Les méthodes et dispositifs utilisés sont d'ailleurs assez nombreux et d'importance variable dans les applications qui en ont été faites ; aussi nous les classerons dans l'un des cinq chapitres ci-après que nous développerons successivement :

1° Le transmetteur qui traite de la source oscillante génératrice des ondes continues ou approximativement continues.

2° Le modulateur qui traite du microphone transmetteur ou des moyens de moduler l'énergie transmise.

3° Le récepteur.

4° Les antennes et dispositifs de prise de terre (ou dispositifs équilibrés) pour transmissions et réceptions.

5° Les relais pour connexion de transmission ou réception avec les lignes terrestres.

Le transmetteur.

La qualité essentielle du transmetteur est d'être capable de produire un courant oscillatoire continu d'une fréquence supérieure à la limite acoustique, soit environ 30.000 cycles par seconde et 40.000 le plus souvent pour les faibles puissances de manière à les utiliser avec les antennes de dimensions ordinaires.

Il n'est pas nécessaire que les ondes soient émises d'une façon absolument continue, pourvu que la fréquence des intermittences et des irrégularités ne soit pas trop inférieure à la fréquence acoustique.

Les premiers essais de radiotéléphonie ont été faits avec des transmetteurs télégraphiques à étincelles simples, mais sans grand succès, la moyenne des irrégularités de transmission étant de quelques centaines par seconde, ce qui correspond à une amplification désordonnée des bruits nuisibles dans le récepteur (la limite inférieure des sons perceptibles étant de 16 vibrations) indépendamment de la fragmentation et des coupures dans les transmissions, d'où la nécessité d'accroître la fréquence des étincelles pour combler ces vides entre les trains d'onde et réduire les perturbations nuisibles.

Les étincelles dont la fréquence dépasse 20.000 par seconde ne donnent plus de son nettement perceptible à l'oreille ; aussi, pour obtenir ces fréquences élevées, a-t-on dû employer des dispositifs d'éclateurs pour étincelles étouffées ou refroidies par un courant d'air. Ces dispositifs sont de forme variée et appropriée pour les décharges rapides : l'étincelle qui se produit dans l'éclateur tournant spécialement approprié aux décharges rapides correspond à une ou deux oscillations complètes, à condition que le système refroidisseur de l'arc fonctionne bien après chaque décharge.

Ces éclateurs à étincelles étouffées peuvent être utilisés soit avec du courant alternatif, soit avec du courant continu ; dans ce dernier cas, une haute fréquence initiale d'au moins 10.000 cycles par seconde est nécessaire, à moins que l'on emploie un courant polyphasé.

Le cas du courant continu est relativement simple, quoiqu'il nécessite d'élever le voltage quand on veut utiliser des puissances assez élevées, difficultés qui n'ont d'ailleurs pas été expérimentées avec le courant alternatif.

L'emploi du courant triphasé avec triple éclateur en série apparaît comme réalisant un progrès marqué dans le développement de la téléphonie sans fil depuis 1906 où l'on employait des éclateurs simples sans aucun dispositif de refroidissement, ce qui ne donnait que des résultats peu satisfaisants.

Avec une fréquence initiale de 3.000 à 5.000 par seconde, on peut obtenir pratiquement un nombre d'éclatements effectifs générateurs d'ondes de 18.000 à 30.000 par seconde. Trois éclatements distincts à étincelles étouffées sont connectés sur chacun des fils du courant triphasé, mais disposés sur une même antenne. En employant plus de trois phases, on peut réduire la fréquence de la source génératrice, ce qui facilite la construction des alternateurs à haute fréquence et leur emploi; on construit actuellement sans difficulté des alternateurs de 3.000 à 4.000 cycles.

***

Les circuits à basse fréquence doivent être soigneusement syntonisés pour assurer un éclatement régulier nécessaire au bon fonctionnement ; pour les hautes fréquences, le train d'ondes produit par un éclatement recouvre en partie le précédent et doit lui être synchrone, sinon il y aurait diminution de l'efficacité.

La réaction du circuit d'antennes sur le circuit éclateur tend à réaliser les conditions pour les trains d'ondes de puissance élevée, tout en assurant un bon fonctionnement de l'ensemble. Les analogies des dispositifs permettent de les utiliser pour le télégraphe s'il en est besoin, et aussi d'employer du personnel de télégraphie à la téléphonie.

Il est à remarquer que l'on emploie maintenant l'aluminium pour l'une des électrodes de l'éclateur.

On fabrique également des éclateurs où l'une des électrodes est de magnétite et l'autre de laiton.

Les éclateurs alimentés par du courant continu, sous une tension moyenne d'environ 500 volts, donnent naissance à des trains d'onde ayant une grande continuité du fait d'un réglage facile des intervalles d'éclatement.

L'éclateur à disques multiples de Marconi pour les postes importants de radiotéléphonie est établi pour répondre à ce synchronisme, les éclatements se produisant entre deux disques successifs ; avec 4 disques, par exemple, montés sur le même arbre, les disques 2, 3, 4 sont réglés pour donner des intervalles d'éclatement égaux, réglés sur le disque 1.

Le plus grand espacement des électrodes sur chaque disque est celui qui correspond au moindre risque de production d'un arc entre les bornes de contact successives.

Il est à remarquer que les oscillations relatives à un des disques se poursuivent dans leur propre circuit, alors qu'une autre série d'oscillations vient de se produire dans le disque suivant, après production de l'étincelle considérée de la série oscillatoire; le moment où l'étincelle doit se produire est réglé au moyen d'un disque auxiliaire de détente.

Jusqu'à ces derniers temps, le meilleur mode de production d'ondes continues pour la radiotéléphonie est l'étincelle électrique sous forme d'arc ; l'appareil Poulsen qui utilise ce mode de production de trains d'ondes a été fréquemment décrit : d'ailleurs, il n'a pas encore été possible d'obtenir une grande régularité dans les vibrations de l'arc oscillant.

L'arc Colin Jeance, produit dans une atmosphère d'acétylène et d'hydrogène, l'arc Moretti à vapeur d'eau, les arcs Dubilier et Dwyer à alcool, ont donné des résultats assez satisfaisants dans la pratique, permettant des transmissions à plusieurs centaines de kilomètres.

Les générateurs d'ondes pratiquement les plus utilisables sont constitués par des ampoules à vide ou audions, à valves ioniques ou à relais.

Pour une grande production d'ondes, il est nécessaire de maintenir un vide très élevé à l'intérieur de la valve, de manière à employer le plus haut voltage possible. On construit maintenant des valves produisant 1 kilowatt d'énergie oscillante et plus, sous un voltage de plusieurs centaines de volts, avec élimination préalable de toute trace de gaz intérieur, par un chauffage préalable prolongé et un bombardement électronique des parois intérieures.

Les cathodes de Wehnelt, recouvertes de chaux, permettent d'accroître le voltage et la puissance des ondes émises, mais il est difficile de maintenir le vide. Les cathodes de tungstène ou à base de thorium donnent des résultats plus satisfaisants.

***

Pour les ampoules à vide qui correspondent à une puissance élevée, il est nécessaire de refroidir les valves soit avec de l'eau, soit avec de l'huile ; on emploie également une série de valves montées en parallèle, ce qui permet d'augmenter la puissance de l'énergie rayonnée avec des ampoules de dimension courante.

Etant donnée la quantité d'énergie nécessaire pour échauffer les filaments sans utilité pour la propagation des ondes, l'emploi des alternateurs à haute fréquence donnerait à ce po nt de vue de me lleurs résultats.

La caractéristique de l'emploi des ampoules à vide est leur maniement simple et la facilité de réglage des ondes par l'électrode grille; on les emploie comme amplificateurs à la fois transmetteurs ou récepteurs des vibrations des microphones transmetteurs.

On peut également produire des ondes continues avec les alternateurs à haute fréquence, complétés par des amplifications de fréquence qui permettent de travailler à des puissances élevées ; les machines Alexanderson et Goldschmidt sont les plus connues. Cette dernière est une adaptation à l'alternateur ordinaire à haute fréquence d'un dispositif d'enroulements du rotor qui ne nécessite pas une augmentation difficile à réaliser du nombre des pôles ou dents du stator, elle peut produire une fréquence initiale de 10.000 cycles qui peuvent être multipliés par trois ou quatre et même davantage pour obtenir les fréquences finalement utilisées par un procédé analogue à celui qui permet d'employer un simple moteur d'induction monophasé avec une f. e. b. double de celle de la fréquence initiale correspondant aux enroulements du moteur, la vitesse restant la même.

Les machines à haute fréquence sont coûteuses en raison du feuilletage et de l'isolement des feuillets des noyaux de fer siège des courants de Foucault; pour une production de 100 à 150 kilowatts, le coefficient de rendement est de l'ordre de 80 % environ.

Les amplificateurs de fréquence sont d'un emploi relativement récent en radiotéléphonie, quoique leur découverte initiale date déjà de quinze ou seize ans ; ils sont basés sur les propriétés magnétiques du fer et de l'hystérésis, leur construction les assimilent à des transformateurs spéciaux. Ils permettent facilement de tripler la fréquence d'une onde ayant primitivement une fréquence de 10.000 proportion que l'on peut encore augmenter en utilisant des dispositifs polyphasés.

C. Schmitt.

Brevets et inventions.

492.496. — Transformateur statique universel de fréquence. — C. G. R. — 9 juillet 1919.

Transformateur caractérisé par deux noyaux magnétiques Joly avec circuits d'impédance nulle pour les fréquences autres que les fréquences d'alimentation et d'utilisation (fréquences 3 *f* — 5*f* — 7*f*). Pour obtenir une pureté désirable dans la fréquence, on intercale des circuits d'impédance.

492.501. — Appareils de transmission pour stations radio-télégraphiques et téléphoniques. — Simpson. — 10 juillet 1919.

Appareils à ondes entretenues utilisant une soupape à mercure à deux anodes.

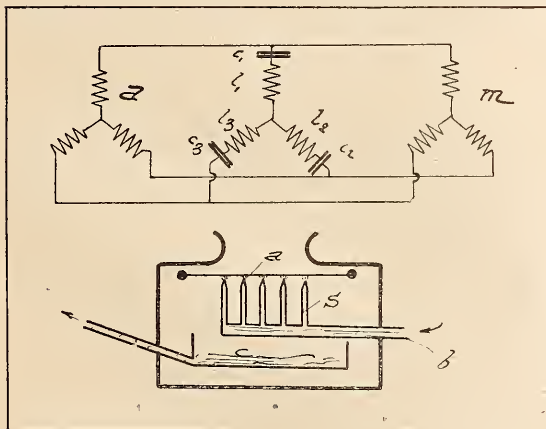
492.523. — Dispositifs pour une répartition convenable cyclique d'une charge monophasée sur les phases d'un circuit polyphasé d'alimentation. — Magini et Bassanèse. — 10 juillet 1919.

492.559. — Perfectionnements aux appareils électrolyseurs avec diaphragme Norsk Alkali A/S. — 11 juillet 1919.

492.572. — Transmetteurs et récepteurs téléphoniques — Darmesin du Rousset. — 11 juillet 1919.

492.573. — Générateur de courants alternatifs à haute fréquenee. — Darmezin du Rousset. — 11 juillet 1919.

Ce procédé est basé sur la propriété des moteurs polyphasés à champ tournant de créer, quand on les oblige à tourner en sens inverse au champ, des courants de réaction que l'on peut mettre en concordance de phase avec l'un des harmoniques supérieurs du courant d'origine. On adjoint à ce dispositif des circuits de résonance et les oscillations produites peuvent être reçues par induction. L'alternateur A et le courant de réaction du moteur M débitent sur les circuits C^1, L^1, C^2, L^2, C^3, L^3.



492.595. — Nouveau dispositif micro-téléphonique. — Darmesin du Rousset. — 12 juillet 1919.

La grenaille est remplacée dans ce microphone par des liquides conducteurs, en particulier par du mercure s'échappant d'orifices multiples *s* (principe des microphones majoraux Vanni, Kuhmer, pour téléphonie sans fil). Les orifices émergent à la surface de la plaque *a*. L'appareil est muni d'un système réfrigérant. Avec 32 orifices, on a pu faire passer un courant de 20 ampères 8.

492.828. — Perfectionnements aux porte-balais. — Collet. — 19 juillet 1919.

Ce porte-balais est caractérisé par l'agencement d'un levier coudé oscillant *t* agissant sur un ressort à boudin *s*, assurant ainsi une pression élastique proportionnelle.

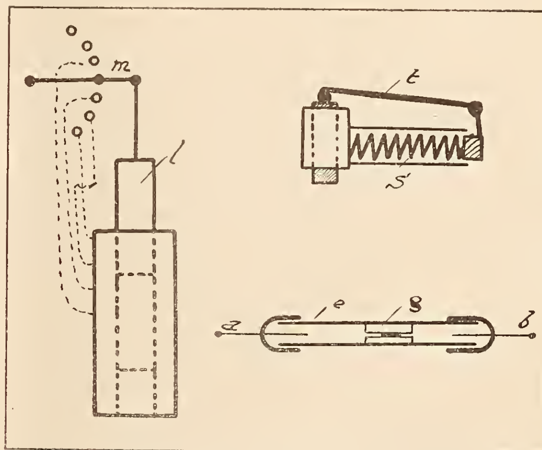
492.951. — Electro-aimant à courant alternatif. — Ateliers de Delle. — 26 juillet 1919.

Cet électro-aimant est étudié de telle façon que lorsque l'entrefer diminue, l'effort devienne plus grand.

A cet effet, quand l'entrefer diminue, le nombre de spires diminue aussi et le flux va augmenter, par conséquent l'effort d'attraction augmentera aussi si l = longueur de l'entrefer et n le nombre de spires de l'enroulement $\frac{l}{n^2}$ = constante en négligeant les fuites et les variations de perméabilité.

L'effort d'attraction est proportionnel à *l*.

Le dispositif de réalisation est une manette *m* commandée directement par le levier de l'électro-aimant, et introduisant des parties de l'enroulement.



492.575. — Signoscope permettant de lire par vision les signaux de télégraphie sans fil. — Dufour. — 11 juillet 1919.

Ce dispositif comporte un tube transparent *e* contenant un petit tube capillaire *g*, le tout plongé dans un électrolyte. Une gouttelette de mercure est placée dans le tube, Quand un train d'ondes arrive sur les électrodes *a* et *b*, la gouttelette se déplace visiblement et un microscope permet de déceler ce déplacement.

492.576. — Appareil transmetteur électrique à distance. — Ateliers Brillé. — 11 juillet 1919.

492.583. — Perfectionnements aux aimants des magnétos d'allumage pour moteurs à explosion et à combustion interne. — Hult. — 11 juillet 1919.

492.618. — Perfectionnements apportés à la galvanoplastie et à l'extraction du zinc. — Tainton et Pring. — 12 juillet 1919.

492.637. — Dispositif pour renforcer la tension secondaire aux magnétos d'allumage. — Société Scintillia. — 12 juillet 1919.

492.657. — Dispositif de montage des éléments des tubes à vide. — Peré et Biquet. — 16 juillet 1919.

La grille et la plaque sont concentriques et reliées à des fils scellés dans un même tube de verre. Le filament est tendu au centre entre deux conducteurs élastiques.

492.666. — Perfectionnements apportés aux installations téléphoniques. — Bellonici et Beauvais. — 16 juillet 1919.

492.701. — Perfectionnements apportés aux appareils de signaux électriques. — Ritchie. — 17 juillet 1919.

C'est, en principe, un transmetteur à courant continu relié par 3 fils au récepteur. Il agit par variation de position des pôles du champ magnétique sur un organe mobile.

492.725. — Perfectionnements aux contrôleurs électriques. — Entz motor Corporation. — 17 juillet 1919.

492.735. — Procédé d'imprégnation des lames en charbon de graphite destinées à servir d'anodes dans l'électrolyse. — A Planchon. — 17 juillet 1919.

492.743. — Perfectionnements apportés aux plaques d'accumulateurs électriques. — Majuna. — 17 juillet 1919.

Pour diminuer le poids, les plaques sont formées d'organes moulés en porcelaine ou en terre cuite.

492.746. — Dispositif applicable aux aimants rotatifs d'allumage pour l'obtention d'une courbe de courant permettant d'augmenter l'étendue du décalage possible au moment de l'allumage. — Société Scintillia. — 17 juillet 1919.

492.747. — Dispositifs applicables aux aimants rotatifs pour augmenter la limite de décalage. — Société Scintillia. — 17 juillet 1919.

492.767. — Transmetteur télégraphique. — Universal Machine Company. — 18 juillet 1919.

492.786. — Perfectionnements dans les mécanismes de mise en marche des magnétos des moteurs à combustion interne. — Johnson et Roberts. — 18 juillet 1919.

492.799. — Perfectionnements dans les dispositifs, pour donner des impulsions aux magnétos en vue du démarrage. — Lawrence. — 18 juillet 1919.

492.825. — Perfectionnements pour l'utilisation des batteries électriques Rimand et Chetal. — 19 juillet 1919.

492.836. — Perfectionnements apportés aux fours électriques. — Industrial Electric Company. — 19 juillet 1919.

492.850. — Stations radio-télégraphiques et radios téléphoniques. — Simpson. — 19 juillet 1919.

492.907. — Arrêt de lampe électrique. — O'Neill. — 25 juillet 1919.

492.908. — Perfectionnements à des manchons d'accouplement pour câbles électriques. — Beaver et Calremont. — 25 juillet 1919.

492.913. — Dispositif de rupture pour magnétos d'allumage de tous moteurs. — Rollin et Myre-Mory. — 25 juillet 1919.

492.928. — Système perfectionné pour commander les appareils électriques par transmission sans fil. — Divi. — 25 juillet 1919.

492.955. — Relais électro-magnétique à maximum d'intensité et à action différée. Société de constructions de Delle. — 26 juillet 1919.

Un électro-aimant à plongeur commande une tige de contact qui peut venir toucher deux plots fixes déterminant ainsi la fermeture d'un circuit contenant un relais de commande. Le réglage de l'intensité du relais a lieu en agissant sur les prises de l'enroulement ou sur l'action antagoniste du ressort de rappel de la tige de contact.

492.958. — Perfectionnements à la fabrication des piles sèches. — Burgess Battery Company. — 26 juillet 1919.

492.965. — Perfectionnements dans les systèmes de transmission télégraphique. — Dixon. — 26 juillet 1919.

492.967. — Fil conducteur en cuivre pour ampoules de lampes électriques ou autres tubes à vide. — Kaisha. — 26 juillet 1919.

492.988. — Rhéostats d'absorption. — Pichon, Parault. — 26 juillet 1919.

492.993. — Perfectionnements aux appareils téléphoniques et télégraphiques, plus particulièrement aux télégraphes et aux téléphones portatifs de campagne. — Cark. — 26 juillet 1919.

493.000. — Dispositif de rupteur pour magnétos d'allumage Keller-Dorian. — 26 juillet 1919.

493.024. — Dispositif avertisseur destiné à alarmer la station d'un relais à tube à vide, qu'un filament du tube est rompu. — Marius Latour. — 29 juillet 1919.

L'invention comprend un électro-aimant à deux enroulements, dont l'un est monté en série avec le filament et l'autre en dérivation aux bornes de la source de chauffage.

En temps normal, les deux enroulements sont en opposition, mais si le filament se casse, un seul enroulement agit et peut attirer l'armature d'un dispositif avertisseur.

493.026. — Lampe à vapeur de mercure en quartz fonctionnant sur courant alternatif. — George. — 29 juillet 1919.

493.063. — Perfectionnements dans les antennes de télégraphie et de téléphonie sans fil. — Marius Latom. — 30 juillet 1919.

492.414. — Station d'émission pour la télégraphie et la téléphonie sans fil. — Béthenod et Girardeau. — 8 juillet 1919.

Machine à haute fréquence à réluctance variable du type Béthenod avec utilisation d'harmoniques, et de circuits accordés ou non, sur les forces électro-motrices à éliminer.

492.424. — Perfectionnements apportés aux installations de magnétos d'allumage à induit fixe sur les moteurs à explosion. — L. Blériot. — 8 juillet 1919.

492.458. — Perfectionnements relatifs à la transmission de signaux de télégraphie sans fil. — Galetti's Wireless Company. — 9 juillet 1919.

492.464. — Perfectionnements aux procédés pour charger les circuits duplex. Le matériel téléphonique. — 9 juillet 1919.

492.494. — Dynamos à haute tension et à circuit ouvert pour la production des oscillations électriques. — Darinezin du Rouset. — 9 juillet 1919.

LA SOCIÉTÉ BELGE DES ÉLECTRICIENS

La Belgique renaît. Ses sociétés reprennent leur activité. La Société belge des électriciens a tenu plusieurs réunions et une assemblée générale.

Le Président ouvre la série des conférences par une très intéressante communication sur la pose des lignes aériennes, diverses règles proposées, leur champ d'application, tables t abaques.

Cette étude vient bien à son heure au moment où tant de lignes sont à reconstruire dans le pays.

M. Nissen, ingénieur, fait la démonstration du fonctionnement d'un ingénieux interrupteur de sûreté électrique, qui a été combiné de façon à permettre l'ouverture licite d'une porte sans déclencher le système d'alarme.

Un groupe de membres a adressé au Conseil d'administration de la *Société belge des Electriciens* une motion soumise à l'Assemblée qui vote à l'unanimité le vœu suivant qu'elle décide de transmettre au Gouvernement.

La Société belge des Electriciens, *soucieuse des intérêts vitaux de la Belgique, prie le Gouvernement d'expulser d'urgence du pays tous les nationaux allemands, autrichiens, bulgares et turcs.*

Ceux d'entre eux qui croiraient avoir quelque titre à rentrer en Belgique en feraient ultérieurement la demande au Gouvernement qui statuerait dans chaque cas.

Jurisprudence et Législation.

Arrêt du Conseil d'Etat relatif à un incendie causé par suite de la rupture d'un conducteur d'énergie électrique.

Le Conseil d'Etat statuant au contentieux (section du Contentieux) ;

Vu la requête présentée par la Compagnie d'électricité de Montpellier, société anonyme ayant son siège à Montpellier, agissant poursuites et diligences de son directeur en exercice, et tendant à à ce qu'il plaise au Conseil de Préfecture du département de l'Hérault, statuant sur l'opposition formée par la société requérante contre un arrêté du 6 juillet 1910, qui l'avait condamnée par défaut, a admis l'opposition, mais l'a condamnée à une amende de 16 francs pour contravention de grande voirie et au paiement à l'Etat d'une somme de 8.788 francs à titre de dommages-intérêts.

Considérant que, contrairement aux prescriptions de l'article 48 de la loi du 22 juillet 1889, le Conseil de Préfecture s'est borné, dans l'arrêté attaqué, à viser, sans les rapporter textuellement, les dispositions législatives dont il a fait l'application ; que, dès lors, cet arrêté doit être annulé pour le vice de forme en tant qu'après avoir admis l'opposition formée par la société requérante contre l'arrêté du 6 juillet 1910 rendu par défaut, et après avoir annulé ledit arrêté, le Conseil de Préfecture a statué sur la contravention de grande voirie ;

Mais, considérant que, l'affaire étant en état, il y a lieu de statuer au fond ;

Considérant qu'il est constant que, le 28 octobre 1909, un câble conducteur d'énergie électrique appartenant à la société requérante s'est rompu et est entré en contact avec un fil téléphonique placé au-dessous ; que cet accident a provoqué un incendie et causé des dégâts au bureau téléphonique de Montpellier ; que ce fait matériel constitue à sa charge une contravention de grande voirie réprimée par l'article 2 du décret du 27 décembre 1851 ; que la société n'a justifié d'aucun élément de force majeure de nature à se soustraire à l'application de ce texte ; que l'évaluation à la somme de 8.788 francs du dommage causé aux installations de l'Administration des Téléphones par les faits ci-dessus rappelés n'est pas contestée ; que, dès lors, il y a lieu de condamner la Compagnie d'électricité de Montpellier à payer ladite somme à l'Etat à titre de réparation du dommage subi ;

Mais considérant que, d'après l'article premier de la loi du 31 juillet 1913, amnistie est accordée pour les contraventions de grande voirie commises le 30 janvier 1913 ; que la contravention dont il s'agit a été commise le 28 octobre 1909 ; que, par suite, il n'y a pas lieu de condamner la Compagnie d'électricité de Montpellier à l'amende et aux frais du procès-verbal ;

Décide :

Art. 1er. — L'arrêté du Conseil de Préfecture de l'Hérault, en date du 30 novembre 1910, est annulé, sauf en celles de ses dispositions qui ont admis l'opposition à l'arrêté du 6 juillet 1910 et annulé ledit arrêté.

Art. 2. — La Compagnie d'électricité de Montpellier est condamnée à payer à l'Etat, en réparation du dommage subi, la somme de 8.788 francs.

Art. 3. — Il n'y a lieu de statuer sur les conclusions relatives à l'amende et aux frais du procès-verbal.

Nécessité pour les ouvriers démobilisés d'adresser une lettre recommandée à leur ancien patron.

La loi du 22 novembre 1918, ayant un caractère exceptionnel, doit être strictement interprétée.

Spécialement, l'article 5, § 2, de ladite loi, d'après lequel la demande de réintégration d'un salarié mobilisé dans l'emploi qu'il occupait avant la guerre doit, pour être valable, « être notifiée par lettre recommandée dans le délai de quinze jours qui suivra sa libération », constituant une disposition précise et impérative, il s'ensuit qu'aucune démarche ne peut remplacer ladite lettre.

En conséquence, un ouvrier démobilisé le 28 décembre 1918, qui s'est présenté à l'atelier où il travaillait avant la guerre, le 8 janvier 1919, mais sans rencontrer son patron, et qui ne lui a envoyé une lettre recommandée que le 16 janvier 1919, date à laquelle le délai prescrit par l'art. 5, § 2, était expiré, ne peut se prévaloir du refus opposé à sa demande de réintégration pour former contre son ancien patron une action en dommages-intérêts.

(Tribunal de Commerce de la Seine. Richard c. Boucaut et Cie.)

Congédiement obligatoire des employés pris en remplacement des mobilisés.

L'exécution de l'obligation imposée à l'employeur par l'article 2, alinéas 4 et 5 de la loi du 22 novembre 1918 de réintégrer dans son poste d'avant-guerre son employé démobilisé, entraîne nécessairement le congédiement de l'employé qui occupait ce poste en qualité de remplaçant.

Et ce dernier ne saurait alléguer que ce faisant l'employeur a abusé de son droit, alors qu'en mettant fin dans ces conditions au contrat de louage de services fait sans détermination de durée, cet employeur a fait offre d'une légitime indemnité de congédiement.

(Tribunal de Commerce de la Seine, Weill c. Société des Grands Magasins des Galeries Lafayette.)

TRIBUNE DES ABONNÉS

*Nous rappelons que l'*Electricien *publie gracieusement les demandes de* renseignements, *les* conseils, *les* problèmes techniques, *etc., posés par tous ses abonnés. Il fait ensuite appel à tous ceux de ses lecteurs qui sont en mesure de répondre aux questions posées en les priant de vouloir bien adresser aux bureaux de la Rédaction, 47-49, quai des Grands-Augustins, les réponses qu'ils jugeront utiles de faire.*

Ces demandes et ces réponses sont classées et au besoin complétées par les soins de nos rédacteurs et publiées ensuite méthodiquement dans le journal pour le plus grand profit de tous.

QUESTIONS

N° 32. J'ai un certain nombre de vieux *écrans* au *platinocyanure de baryum* et une certaine quantité de divers sels doubles de Pt. Comme le platine vaut très cher en ce moment, un de vos lecteurs électro-chimiste ne pourrait-il pas m'indiquer un procédé simple *d'électrolyse* qui permettrait de retirer le métal précieux sans être obligé de fondre des boues de métal pulvérulent ?

Quel dissolvant employer ?

Quelle qualité et quelle densité de courant ?

Quelles électrodes ?

Y a-t-il à Paris des spécialistes faisant ce travail à façon ou dans quel ouvrage pourrais-je trouver des renseignements pratiques ?

P. Gibon.

N° 33. Un médecin (faisant de l'électrothérapie) possède quelques brûleurs en quartz contenant du mercure et marqués 110 volts *alternatif* 4 ampères sans avoir le reste de l'appareillage. Il voudrait en faire un bain de lumière pour application des *rayons ultra-violets* en remplacement d'un instrument d'importation étrangère détérioré (lampe de Kromayer). Dans quel ouvrage son électricien pourrait-il trouver des indications et des schémas de montage ? Le renseignement sera payé.

Dr M.

N° 34. — Un minotier, qui ne peut obtenir du charbon pour sa machine de secours, veut utiliser une chute de *100 HP située à 4 kilom.* de son moulin.

Dans l'état actuel de l'industrie électrique et en raison des prix élevés de la matière et de la main-d'œuvre, je désire savoir pour me permettre d'étudier cette installation :

1° A quelle nature de courant faut-il donner la préférence (courant continu ou alternatif) ?

2° Quelle tension donnerait le meilleur rendement et le moins d'inconvénients ?

3° La ligne traverserait une plaine. Faut-il choisir le cuivre ou l'aluminium ?

4° Le débit de la chute varie de 50 % en été. Vaut-il mieux prévoir 2 génératrices correspondant respectivement à ces 2 puissances ?

5° Quel serait le prix global d'une telle installation en supposant autant de réceptrices de 20 HP qu'il sera possible d'installer jusqu'à concurrence de 100 HP, soit 5 moteurs de 20 HP au maximum.

Je lirai avec intérêt tous autres conseils que vous voudrez bien me donner dans ce cas particulier.

A. Castex,
Romilly-sur-Seine (Aube).

N° 36. — Je voudrais faire une *résistance chauffante* et la placer dans un tube hermétique pour pouvoir chauffer des liquides. Pouvez-vous me donner une formule ou plutôt un exemple (car les x ne me sont pas très familiers) de façon que je puisse fabriquer moi-même cet appareil ainsi qu'une chaufferette électrique pouvant fonctionner sous 110 volts ?

B. Le Touze.

N° 37. — Pour un moteur triphasé devant servir à un fort monte-charge, comment doit-on le coupler ? Quels seraient les avantages ou les inconvénients de chaque couplage sur une ligne triphasée 10.600 volts en Δ avant le transformateur en étoile 200 à la sortie et qui est distribué chez moi en étoile 200. Peut-on changer impunément le genre de couplage de ces moteurs, c'est-à-dire la distribution se faisant à 4 fils en étoile ? Peut-on, sur la même ligne, faire tourner un moteur en triangle ?

R. Le Touze.

N° 38. — J'ai une perceuse électrique portative dite chignole qui a marché sur du diphasé 4 fils. Je voudrais la faire tourner sur du triphasé 200 volts. Pourriez-vous me dire : 1° Si les encoches du stator peuvent servir ; 2° la longueur et la section du fil qu'il faudrait employer pour la faire marcher sur du triphasé 200 volts, sachant que le rotor est en cage d'écureuil et qu'elle consommait environ 600 watts.

R. L. T.

RÉPONSES

N° 26. — En effet, de nombreux brevets ont été pris avec les lampes à vide, mais la construction (type T M) a été réservée pour la télégraphie militaire française et alliée.

On pourra certainement d'ici quelque temps se procurer ces lampes chez les constructeurs d'appareils de T. S. F.

La société française radio-électrique, 10, rue Auber, et la G. E. C° pourraient peut-être en fournir dès maintenant.

Le Gérant : L. De Soye.

35e Année. — N° 1240. 15 Novembre 1919.

L'ÉLECTRICIEN

Revue Internationale de l'Électricité & de ses applications

PARAISSANT LE 15 ET LE DERNIER JOUR DE CHAQUE MOIS

Rédacteur en Chef : Maurice SOUBRIER

ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE

PROFESSEUR ADJOINT D'ÉLECTRICITÉ INDUSTRIELLE AU CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIERS

SOMMAIRE

La production de l'énergie électrique par l'utilisation des marées : **Ch. Andry-Bourgeois.** — Les installations électriques de la Bernina : **L. Pahin.** — Détermination des gisements de pétrole par l'électricité. — Soudure du verre à un métal. — Mesure du facteur de puissance d'un moteur : **R. S.** — Montage des amplificateurs : **P. Maurer.** — Appareils et procédés nouveaux. — L'enseignement pratique de l'électricité : Notre école de l'électricien. — Loi sur l'utilisation de l'énergie hydraulique. — Tribune des abonnés. — Echos. — Bibliographie. — Cours des valeurs mobilières d'électricité. — Offres et demandes d'emploi et de matériel.

La production de l'Energie électrique par l'utilisation des marées.

Sur les conclusions du Comité d'études et de recherches scientifiques, le Sous-Secrétariat d'Etat aux Travaux Publics et Transports a décidé de procéder à des expériences destinées à faire aboutir le problème de l'utilisation de la force des marées. Nous donnons ici l'étude d'un de nos collaborateurs sur cette utilisation projetée des côtes de Bretagne.

En recherchant les moyens d'une production intensive et par suite économique de l'énergie électrique, on se trouve amené à étudier la possibilité de l'utilisation rationnelle de la source de *forces naturelles*, à bon marché, que constituent les marées.

L'énergie des chutes d'eau, la *houille blanche*, a maintenant son application normale et généralisée, mais son apport, quoique considérable, sera insuffisant dans le futur, pour subvenir aux énormes besoins, toujours croissants, de l'industrie moderne.

La vraie ressource apparaît à certains dans l'emploi intensif de la puissance des marées, « la *houille verte* », dans cette économique et éternelle énergie, toujours disponible, tant que notre système astral subsistera. Mais le problème est difficile et a rebuté de nombreux inventeurs.

Il nous paraît cependant intéressant de signaler ici quelques nouvelles recherches pratiques sur cette question importante.

M. G. Claude a préconisé l'emploi de l'*énergie des marées* dans le splendide estuaire de la Rance. Il a établi que, barré au dessus de « La Richardais » par un mur de 800 mètres de longueur, puis divisé en arrière en un système de plusieurs bassins, la puissance que pourrait alors livrer ses 15 kilomètres carrés de superficie ne serait pas inférieure à 200.000 chevaux-vapeur.

La puissance moyenne par hectare est de 156 HP, pour la région de Saint-Malo, la plus favorisée, la différence moyenne de niveau de toutes les marées y étant de 8 mètres environ.

Combien d'autres estuaires, baies et anses de moindre importance, ne pourrait-on pas utiliser, sur la côte nord-est de la Bretagne, si bien découpée et aménagée naturellement dans ce but, grâce à leurs étroits goulets. Tous n'attendent que la venue du praticien pour y mette en valeur, au prix d'une installation relativement peu coûteuse, une dispo-

nibilité de puissance qui se chiffrerait par des dizaines de milliers de chevaux.

En utilisant en effet les différentes baies de cette côte nord-est, on peut estimer à près de 500.000 HP la puissance totale que la mer pourrait livrer par an, grâce à ses hautes marées.

PETITES INSTALLATIONS RÉALISÉES

Il existait, avant la guerre, au sud de Brest, sur la côte, à *Loctudy*, à 24 kilomètres de Quimper, un simple moulin (roues à aubes), placé sur la passe d'une baie ayant 5 kilomètres de profondeur sur 1 kilomètre de large avec un goulet de 40 mètres de large. Une porte mobile, sorte de vanne, s'ouvre avec la marée montante et se referme avec la descendante. Le moulin y fonctionne donc dans les deux sens.

De même il y avait un moulin semblable dans la baie de *Pont-l'Abbé*, voisine de celle de Loctudy, et fonctionnant d'une façon analogue.

Ces installations *rudimentaires* prouvent bien la possibilité d'utiliser en grand, pratiquement et aisément, l'économique puissance des marées.

ÉTUDE DU PROBLÈME

Le problème bien que difficile, n'est pas insoluble. Voyons d'abord les *difficultés à surmonter.*

Avec les oscillations irrégulières et perpétuelles des marées, jamais semblables dans le cours d'une année, il semble impossible d'obtenir la production d'un travail moteur *constant et continu.*

On doit arriver à la solution pratique, au moyen de réservoirs convenablement disposés et d'un système permettant d'alimenter les turbines, sous une chute constante. La plus sérieuse difficulté paraît donc résider du fait de la variation de l'amplitude des marées.

Pour recueillir leur force motrice en grande quantité, il faut employer de vastes bassins de captation, se remplissant lors du flot et se vidant avec son retrait. Il en résulte que :

1° A chaque pleine et basse mer, le travail de la turbine est nul comme alors la chute.

2° Le courant des eaux change de sens à chaque évacuation et remplissage des bassins.

Il faut, par suite, que les turbines puissent fonctionner d'une façon continue et dans un même sens de rotation, malgré l'inversion du courant d'eau moteur.

3° Enfin, l'on doit tenir compte de la variation continuelle (annuelle) du niveau de la marée (marnage).

ÉTUDE D'UNE INSTALLATION

Comme *solution possible du problème*, signalons un projet d'installation pratique avec son dispositif ingénieux de captation.

L'utilisation de la puissance des marées n'étant pratiquement possible que sous forme de chute continue, le système de captation aura pour but de provoquer, à l'aide de travaux spéciaux et soignés, de barrage et d'endiguement, des chutes artificielles qui seront ensuite utilisées pour la production économique d'une force motrice considérable. Signalons, en passant, que le rendement des moteurs thermiques (8 à 10 %) et à explosion (20 à 22 %) est loin d'atteindre celui remarquable des turbines à eau (85 %) et celui des dynamos (alternateurs) avec leur 90 à 95 %.

L'organe transmetteur, à excellent rendement (85 %) de cette énergie cinétique, sera donc la turbine mixte à axe horizontal (type Radiale-Francis) sur laquelle on calera une dynamo à haute tension (alternateur triphasé de 5.000 volts, fréquence 50 et tournant à 3.000 tours par minute).

Le *dispositif de captation* consistera essentiellement en la création de divers bassins, obtenus par la fermeture, à l'aide d'une digue solide, d'une baie quelconque de la côte bretonne ; ladite digue ne servant qu'à obstruer son goulet et par l'élévation derrière la digue, de murs radiants, divisant en parties égales la largeur de la superficie de la baie naturelle. On placera dans les murs divisionnaires, du côté du fond de l'anse, des turbines à grande puissance (côte à côte), en nombre suffisant pour écouler l'eau de chaque bassin dans l'intervalle d'un flot et d'un jusant.

Les vannes d'ouverture (remplissage) et de fermeture seront disposées dans la digue et dans le ou les murs séparatifs, à des niveaux tels que la plus basse marée montante (marées de fortes eaux) pénétrera dans un premier bassin, dit *d'alimentation*, pour s'écouler ensuite successivement dans les autres, en passant dans les turbines des murs où elle abandonnera la totalité de son énergie cinétique, et cela jusqu'à son retour à la mer.

La superficie des bassins d'alimentation sera choisie telle qu'une hauteur d'eau seulement de 1 mètre pourra actionner parfaitement les turbines *ad hoc* entre deux marées (6 heures).

Le dernier bassin, dit *d'évacuation*, ne contiendra jamais plus de $0^m,50$ à $0^m,70$ de hauteur d'eau de mer.

Avec ce système, on obtiendra donc une *chute moyenne* ($5^m,50$) *sensiblement constante*, condition nécessaire pour l'emploi pratique des turbines mixtes à l'utilisation des fortes marées bretonnes.

Baie de Kernic (Bretagne). — Schéma du dispositif général d'installation pour production d'énergie électrique par les marées.

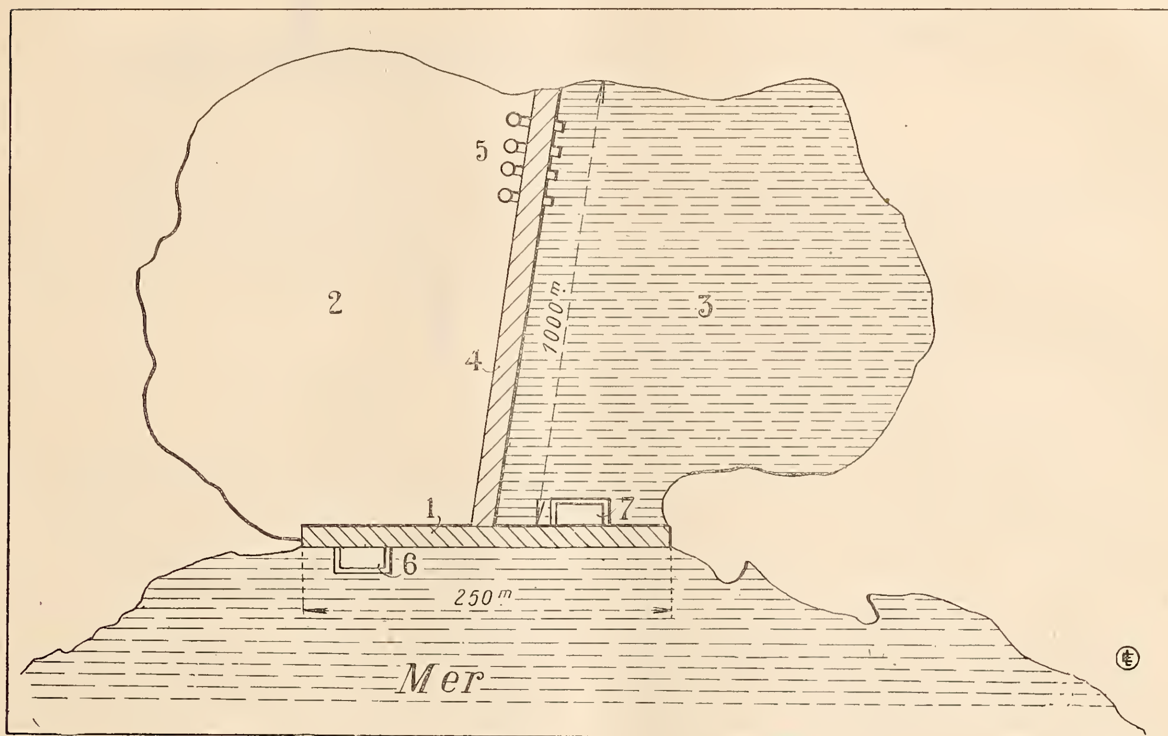


Fig. 1. — Plan.

Légende.

1. — Digue solide de 250 mètres fermant la baie.

2 et 3. — Deux bassins égaux de 1.000.000 mètres carrés.

4. — Mur de 1.000 mètres divisant la baie en deux bassins (2 et 3).

5. — Turbines dans le mur séparatif. 4.

6 et 7. — Vannes des bassins 2 et 3; la vanne 6 à la base du bassin 2 s'ouvrant de l'intérieur du bassin 2 ; la vanne 7 à la partie supérieure du bassin 3 fonctionne en sens contraire de celle de 6.

Fonctionnement.

— A la marée montante, la vanne 7 s'ouvre et la mer remplit le bassin 3, dit d'alimentation. La vanne 6 restant fermée.

— On forme de cette manière une chute artificielle actionnant les quatre turbines 5.

— A la marée basse, la vanne 6 (à la base du bassin 2, dit d'évacuation) s'ouvre et laisse s'écouler l'eau du bassin 2.

— La superficie de ce bassin d'alimentation 3 est telle qu'une hauteur de 1 mètre d'eau seulement est suffisante pour alimenter les turbines 5 entre deux marées hautes consécutives.

— Le bassin d'évacuation 2 ne contiendra jamais plus de 0m, 50 d'eau.

— Le dispositif produit bien une chute constante.

— Si la baie était plus grande comme celle de la Richardais, de 800 mètres de longueur dans l'estuaire de la Rance, la digue de retenue 1, construite alors en conséquence, serait divisée, ainsi que la surface de la baie, par des murs séparatifs 4 en nombre voulu établis tous les 100 mètres à 125 mètres de la digue pour former des bassins sensiblement égaux en superficie.

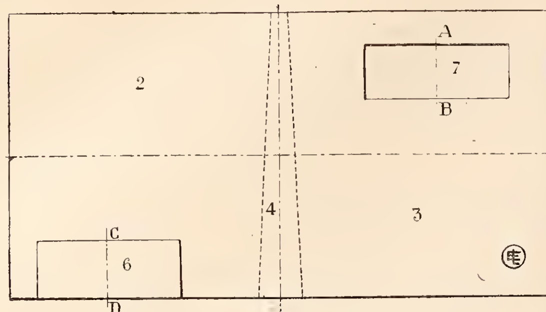


Fig. 2. — Elévation de la digue 1.

DEVIS D'INSTALLATION.

A titre d'indication, d'exemple de la possibilité pratique du dispositif de captation et d'utilisation, donnons ici le résumé du devis d'installation d'une usine productrice d'une force motrice de 1.440 HP (1.060 kilowatts), dans l'anse ou baie de *Kernic*, près de Plouescat (Finistère).

La superficie de cette baie de Kernic (à 15 kilomètres de Saint-Pol-de-Léon et à 40 kilomètres de Brest) est d'environ 2 millions (2×10^6) de mètres carrés, recouverts complètement à marée haute.

La largeur de la passe (le goulet) est de 250 mètres à fermer par une solide digue à vannes (d'alimentation et d'évacuation des eaux) ; en divisant seulement cette baie, de moyenne superficie, en deux grands bassins égaux, de 8×10^6 mètres carrés par un mur résistant de 1 kilomètre (1000^m) de long, profondeur de l'anse, avec construction préliminaire d'un batardeau de 250 mètres, avant l'élévation de la digue de retenue (comprenant aussi de solides défenses, en quartiers de roches, à sa base) ; l'ensemble de tous ces travaux, y compris l'achat et l'installation de 4 turbines Francis, de 360 HP chacune (10.000 francs l'unité), était estimé, avant la guerre, à environ 1.053.400 francs; avec l'achat de 4 alternateurs de 360 HP ou 27 kilowatts, on arrivait à un total de 1.100.400 francs.

Pour une puissance de 1.440 HP, le *prix du cheval-vapeur* ainsi obtenu était de 764 francs.

Actuellement ces prix doivent être majorés au moins de 100 pour 100. La même installation totale coûterait donc environ 2.200.000 francs et le prix du cheval-vapeur obtenu reviendrait à 1.500 francs.

UTILISATION DE LA FORCE MOTRICE

La force motrice ainsi obtenue peut être utilisée, en grand, de deux façons différentes (qui peuvent même être employées simultanément) :

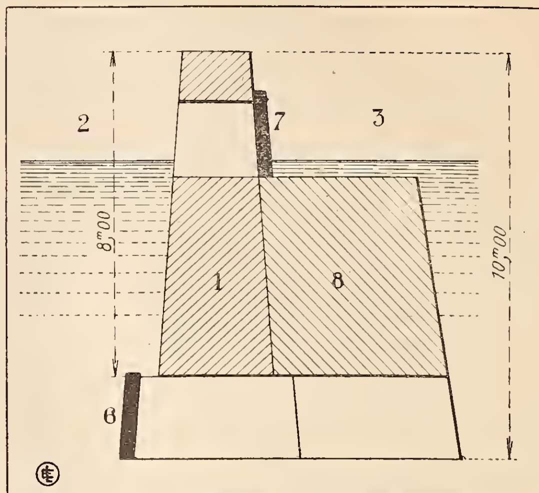


Fig. 3. — Coupe.

1° *Soit sur place* pour l'éclairage des villes et bourgades voisines : soit mieux, pour l'installation d'usines telles que forges, laminoirs et fonderies, et surtout pour :

a) l'*électrochimie moderne* (préparation en grand de l'hyposulfite de soude, électrolyse des chlorures alcalins.)

Production d'hydrogène et d'oxygène très pur (ozone).

Extraction de l'azote de l'air par action directe ou indirecte de l'électricité.

Fabrication des couleurs industrielles par l'électrolyse, en faisant travailler continuellement, nuit et jour, presque sans surveillance, dans des bains d'électrolyse, le courant obtenu ainsi par ces forces naturelles.

b) et pour l'*électrométallurgie* (électrosidérurgie) (extraction des métaux de leurs minerais, acier électrique, raffinage du cuivre, production du fer pur électrolytique, préparation de l'aluminium et des carbures de calcium (acétylène) et de silicium (carborundum), etc., etc...

2° *Soit à distance. Transport de force* de l'énergie électrique à Brest (à 40 kilomètres de la baie de Kernic), port militaire de premier ordre, dont l'importance croît chaque jour, surtout depuis la guerre, et qui sera bientôt tête de ligne des grands paquebots faisant le service d'Amérique, surtout si l'on peut établir à bon compte, grâce au système de captation indiqué, l'électrification du chemin de fer, alors combien plus rapide, de Brest à Paris, à l'aide de l'énergie électrique fournie à foison par la puissance des hautes marées de notre belle Bretagne.

Ch. Andry-Bourgeois,
Ingénieur des Mines, Ingénieur électricien E. S. E.

LES INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES

du Chemin de fer de la Bernina.

++++++++++++++++++

Le chemin de fer de la Bernina, ouvert à l'exploitation en 1910, met en relations l'Engadine, en Suisse, et la Valteline, en Italie. D'une longueur de 60 km. 768, il a une grande importance commerciale par suite de la communication qu'il assure entre la Suisse orientale, d'une part, et la Lombardie et la Vénétie, d'autre part. Ses installations électriques (production en triphasé 7000/23.000 volts, alimentation en continu 800 volts) sont des plus intéressantes à étudier.

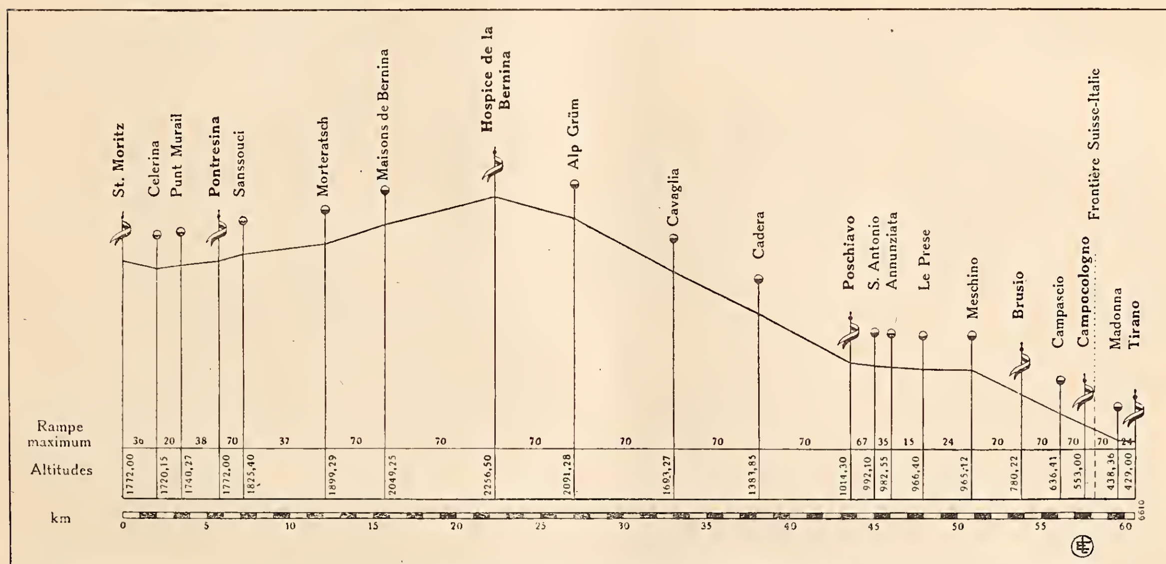


Fig. 1. — Profil de la ligne de la Bernina, l'un des chemins de fer à adhérence présentant les plus fortes rampes de l'Europe.

La ligne de la Bernina traverse une contrée des plus pittoresque, offrant sur son parcours tous les aspects de la végétation, depuis la région des glaciers de la Bernina jusqu'aux vignobles de la Valteline.

Il part de Saint-Moritz (Suisse), villégiature bien connue, à l'altitude de 1772 mètres, s'élève jusqu'à l'hospice de la Bernina, à 2.256^{m},50 au dessus du niveau de la mer, et aboutit à Tirano (Italie), à l'altitude de 429 mètres. Sur cette seconde partie de la ligne, les points extrêmes présentent une différence d'altitude de 1827 mètres, sur un parcours de 38 km. 3 : c'est la différence d'altitude la plus forte des chemins de fer à adhérence européens. Sur la figure 1, qui donne le profil en long de la ligne, on remarque qu'une grande partie du parcours est en rampe de 70 m/m, valeur maximum des déclivités rencontrées.

Les courbes ont un rayon minimum de 40 mètres,

Comme ouvrages d'art notables, on peut signaler 5 tunnels en spirale et 7 tunnels ordinaires. Le plus long a seulement 700 mètres. Il y a également une série de viaducs importants.

La voie a une largeur de 1 mètre et la traction des trains est électrique. Les installations et l'équipement électrique de cette ligne ont été effectués par la société Brown-Boveri.

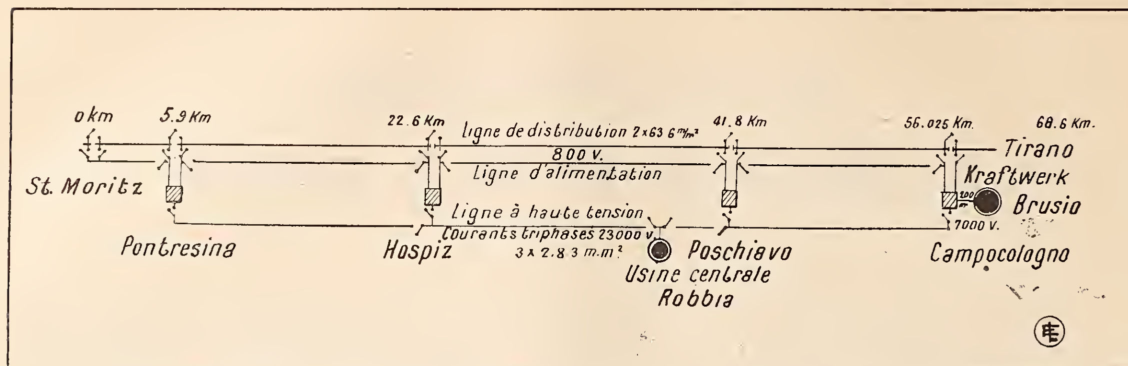


Fig. 2. — Schéma de la distribution du courant : transport de force en triphasé 23.000 volts ; distribution et alimentation en continu 800 volts.

Production et distribution de l'énergie électrique.

L'énergie nécessaire, 2.500 kilowatts au maximum, est fournie par l'usine de Campocologno, alimentée par le lac de Poschiavo et comprenant 12 turbo-alternateurs triphasés de 3.000 kilovolts-ampères, 375 tours : minimum, 7.000 volts, 50 périodes-seconde. D'ailleurs, la plus grande partie du courant ainsi produit est transportée, après avoir été élevée à la tension de 50.000 volts, jusqu'en Lombardie.

L'usine hydro-électrique de Robbia, près de Poschiavo, sert de réserve pour le chemin de fer.

Les courants triphasés à 7.000 volts, venant de la centrale de Campocologno, sont transformés dans une sous-station voisine (à 200 mètres de l'usine) :

Pour une partie en courants triphasés à 500 volts, eux-mêmes transformés en courant continu à 750 volts, qui est envoyé au fil aérien d'alimentation; pour l'autre partie, en courants triphasés, à 23.000 volts, qui sont transportés jusqu'aux trois autres sous-stations de la ligne. Celles-ci sont installées à Poschiavo, à l'hospice de la Bernina et à Pontresina. La distance de deux sous-stations consécutives varie de 15 à 20 kilomètres.

L'accroissement du trafic a d'ailleurs exigé l'installation d'une batterie-tampon à Cavaglia, à mi-chemin entre l'hospice de la Bernina et Poschiavo.

Ligne de transport à haute tension.

La ligne de transport des courants triphasés à haute tension suit à peu près le même parcours que le chemin de fer, mais offre quelques raccourcis. Elle réunit les quatre sous-stations entre elles et aux deux centrales de Campocologno et de Robbia.

Elle se compose de trois fils de cuivre de 6 millimètres de diamètre, portés par des poteaux tronconiques de bois de 11 mètres de hauteur, qui ont un diamètre de 16 centimètres au sommet et de 25 à 26 centimètres à la base.

Les poteaux d'angle sont renforcés ou haubannés par câbles d'acier, ancrés dans le sol. Lorsque l'angle est inférieur à 150 degrés, les supports d'angle sont formés de trois poteaux simples et chaque fil est porté sur deux isolateurs.

Les isolateurs offrent une résistance au cisaillement de 550 kilogrammes.

Le schéma de la distribution du courant (fig. 2) indique les points en lesquels ont été placés des interrupteurs sur la ligne à haute tension, pour réduire au minimum les interruptions de service causées par une pertubation quelconque.

La protection de la ligne contre les décharges atmosphériques est assurée au moyen de quatre groupes de parafoudres à cornes avec résistances liquides et de quatre groupes de parafoudres à plateaux.

Par suite de la différence considérable d'altitude de 1800 mètres qu'a à franchir la ligne, les charges statiques qui interviennent sont particulièrement importantes. On constate néanmoins aux jours d'orage que les parafoudres à plateaux remplissent parfaitement bien leur rôle et que l'électricité atmosphérique n'exerce aucune influence sur les machines.

La construction de la ligne à haute tension a été particulièrement difficile et pénible à exécuter, puisqu'il fallait l'établir en pleine montagne. De plus, il était nécessaire d'activer les travaux pour pouvoir ouvrir à l'exploitation la première section du chemin de fer, du côté Nord. La pose des poteaux et des fils fut réalisée au cours de l'année 1907.

Jusqu'ici, aucune rupture de poteau n'est sur-

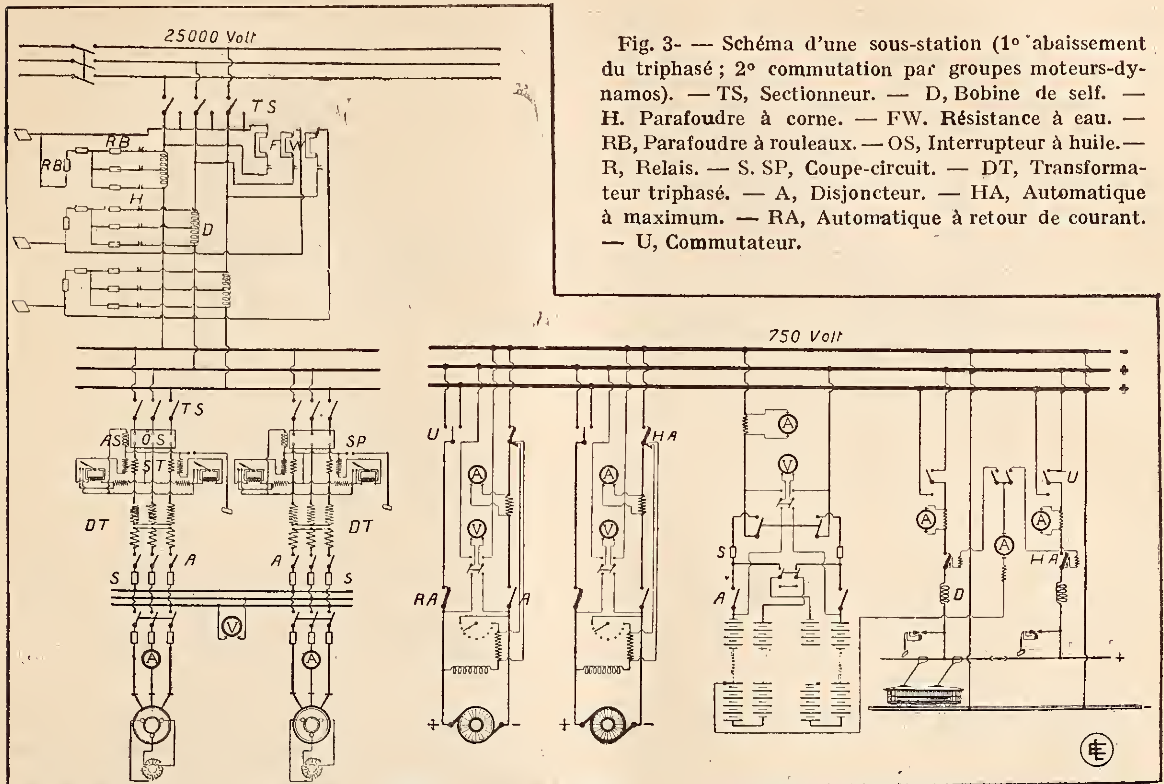


Fig. 3- — Schéma d'une sous-station (1° abaissement du triphasé ; 2° commutation par groupes moteurs-dynamos). — TS, Sectionneur. — D, Bobine de self. — H. Parafoudre à corne. — FW. Résistance à eau. — RB, Parafoudre à rouleaux. — OS, Interrupteur à huile.— R, Relais. — S. SP, Coupe-circuit. — DT, Transformateur triphasé. — A, Disjoncteur. — HA, Automatique à maximum. — RA, Automatique à retour de courant. — U, Commutateur.

venue. Il arriva maintes fois, au cours des hivers, que la neige atteignit jusqu'au plus inférieur des trois fils, mais l'exploitation n'éprouva de ce fait aucune pertubation.

Sous-stations.

Trois des quatre sous-stations sont exactement semblables l'une à l'autre. Elles reçoivent des courants triphasés, 23.000 volts, dont elles abaissent la tension à 500 volts, pour les transformer ensuite en courant continu, 800 volts (fig. 3).

La quatrième sous-station reçoit des courants à 7.000 volts au lieu de 23.000, dont elle transforme une partie dans les mêmes conditions que les précédentes. Pour l'autre partie, la tension est élevée de 7.000 à 23.000 volts, au moyen de deux transformateurs spéciaux.

Chaque sous-station comporte dans son équipement :

2 transformateurs triphasés, 50 périodes:seconde, de 260 kilovolts-ampères, 23.000/500 volts à Campocologno, ces nombres deviennent 270 kilovolts-ampères et 7.000/500 volts) ;

2 groupes de transformation, formés chacun d'un moteur asynchrone triphasé de 275 chevaux directement accouplé à une dynamo de 185 kilowatts ;

1 batterie d'accumulateurs de 400 éléments, d'une capacité de 407 ampères-heure au régime d'une heure.

A Campocologno on compte en plus :

2 transformateurs triphasés de 900 kilovolts-ampères, 7.000/23.000 volts.

Le rendement des transformateurs-abaisseurs est 0,97 à pleine charge et 0,96 à demi-charge. La chute de tension pour cos $\varphi = 0{,}8$ atteint 3,8 %. L'élévation de température après 16 heures de fonctionnement dans l'huile est de 50 degrés C.

Les enroulements à haute et basse tension des transformateurs peuvent être montés en étoile. La cuve des transformateurs est en tôle à sa partie inférieure ; la partie supérieure, en fonte, présente des nervures offrant une grande surface de refroidissement aux couches d'huile plus chaudes qui viennent à leur contact.

Les groupes moteurs asynchrone-dynamo ont les caractéristiques suivantes (fig. 4) :

Moteur asynchrone triphasé de 275 chevaux, 500 volts, 50 périodes:seconde, 420 tours:minute. Il doit pouvoir supporter des variations de + 15 % à — 10 % dans la tension et de ± 10 % dans la fréquence.

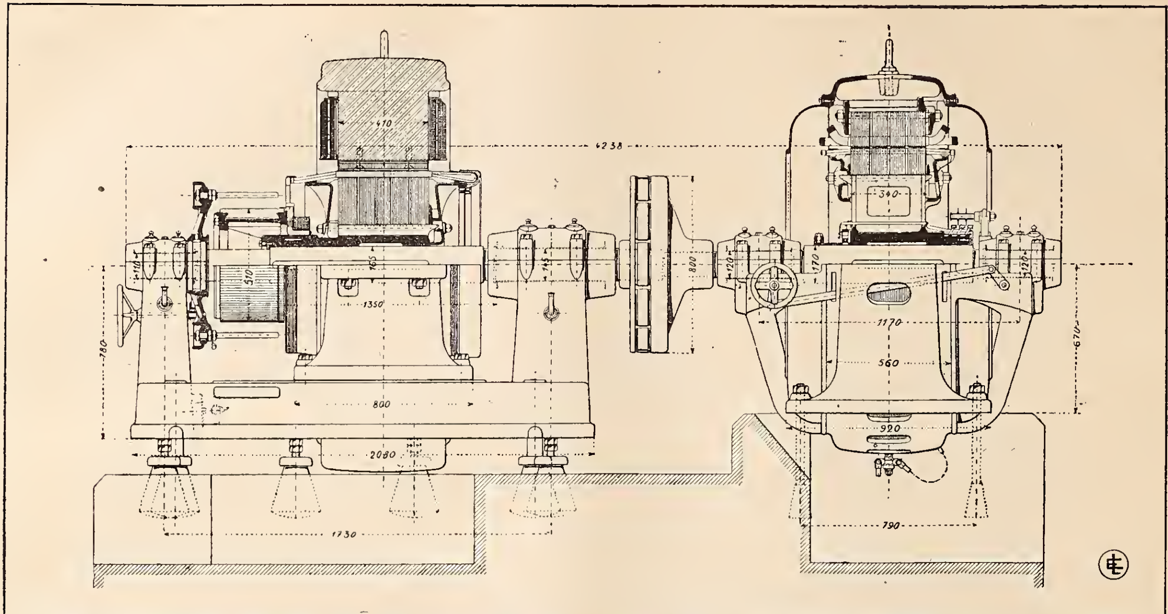


Fig. 4. — Groupe transformateur (moteur asynchrone, Triphasé 500v. — 275 HP. — dynamo 685-1035v 185 kw.)

Dynamo de 185 kilowatts, 685 à 1.035 volts, 420 tours:minute.

Intensité normale du courant :

234 ampères sous 790 volts.

185 ampères sous 1000 volts.

Élévation de température : de 60 degrés C après une heure de marche sous 1.100 volts, 150 ampères ; de 20 à 25 degrés C après trois heures de marche à pleine charge.

Les deux grands transformateurs-élévateurs de Campocologno ont même rendement, même chute de tension et même échauffement que les transformateurs-abaisseurs. Ils sont construits de même, mais avec refroidissement d'eau. Dans ce but, l'enveloppe supérieure de fonte est entourée d'une ceinture de tôle et la chemise ainsi constituée est remplie d'eau froide qui arrive par le bas et s'écoule par le haut. Le niveau de l'eau de refroidissement y est maintenu plus bas que celui de l'huile dans la cuve, pour éviter toute irruption de l'eau dans l'huile.

Le couvercle du transformateur porte au centre une partie évidée dans le but de faire refluer l'huile chaude le plus près possible du bord, où le refroidissement se fait le mieux. La surface de contact intérieure de l'air avec le couvercle se trouve ainsi diminuée et la précipitation sur le couvercle des dangereuses gouttes d'eau est en même temps assurée.

Les courants triphasés à 23.000 volts qui arrivent à l'étage supérieur du bâtiment traversent d'abord les sectionneurs, qui servent à isoler toute la sous-station de la ligne d'alimentation à haute tension, et à mettre en même temps celle-ci à la terre. Viennent ensuite au même étage les parafoudres, répartis en deux groupes : dans le premier se trouvent les parafoudres à cornes habituels dans lesquels les résistances liquides de la conduite de terre sont disposées dans des tuyaux de poterie. Ceux du second groupe sont à cornes associées avec un ensemble d'éléments à rouleaux et de résistances de carborundum. On a prévu pour chaque phase trois tels parafoudres, qui sont placés en trois points différents d'une bobine de réactance. Ces bobines de réactance, qui doivent protéger les transformateurs contre les surtensions, se composent de bandes de cuivre enroulées, dont les uniques enroulements sont isolés l'un de l'autre par une matière appropriée.

Les courants passent ensuite au rez-de-chaussée du bâtiment, pour arriver aux barres collectrices. Ils alimentent alors les barres des deux transformateurs. Ils peuvent d'ailleurs être interrompus aussi bien par les sectionneurs ordinaires que par les interrupteurs à huile à haute tension.

Ces derniers fonctionnent automatiquement sous l'effet d'un courant intense. Ils sont accouplés mécaniquement à des interrupteurs tripolaires placés du côté basse tension des transformateurs, de telle sorte que les côtés haute et basse tension des trans-

formateurs sont forcément interrompus simultanément, circonstance qui contribue essentiellement à éviter les surtensions dangereuses.

Les canalisations à basse tension vont de la salle des transformateurs au tableau principal qui se trouve dans la salle des machines.

Le tableau principal comporte six panneaux, un pour les moteurs, deux pour les génératrices, un pour la batterie et deux pour les feeders de départ.

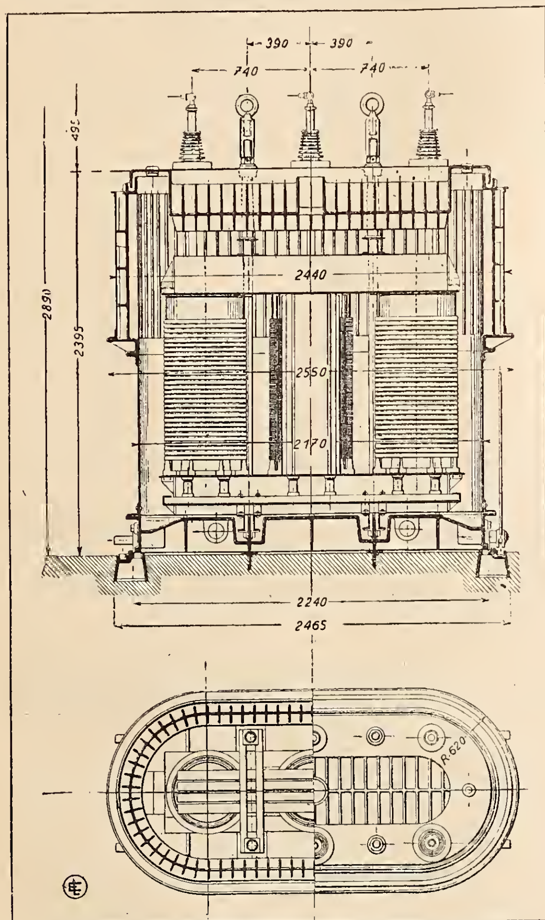


Fig. 5. — Transformateur triphasé dans l'huile (900 Kv-A, 7000/23000 v. 50 pér. : sec.)

Le panneau des moteurs possède deux interrupteurs tripolaires, deux ampèremètres et un voltmètre commun. Les appareils de démarrage des moteurs asynchrones sont placés en leur voisinage immédiat, pour éviter de longues connexions.

Chaque panneau de génératrice comprend un interrupteur unipolaire à main, un commutateur, un automatique à maximum et un à retour de courant, un ampèremètre et un voltmètre. Le commutateur permet de mettre au choix une génératrice en circuit avec l'une des deux barres collectrices positives, de sorte qu'elle donne du courant au feeder parallèlement avec la batterie ou bienisolément.

Dans ce dernier cas, on peut employer l'autre génératrice à la charge de la batterie.

L'automatique à maximum possède deux contacts auxiliaires, grâce auxquels se trouve insérée, par son ouverture, une résistance additionnelle dans le circuit d'excitation de la génératrice.

Pour la batterie d'accumulateurs, les appareils de couplage sont disposés de telle sorte qu'on puisse monter les éléments isolés, soit en une série, comme en service normal, soit en deux séries parallèles. Ce dernier montage serait à envisager pour permettre de faire la charge de la batterie, la nuit, à partir de la sous-station voisine, en cas de non-fonctionnement des machines.

Chaque panneau de feeder comporte un commutateur, qui permet de le mettre en relation avec la barre collectrice positive de la batterie ou avec celle des génératrices, un automatique à maximum et un voltmètre. Les automatiques ne peuvent être réenclenchés aussi longtemps que le court-circuit n'a pas été supprimé.

En avant du bâtiment se trouvent les parafoudres pour les feeders à courant continu, comprenant des bobines de self et des parafoudres à cornes.

A Campocologno, on trouve en plus des appareils enregistreurs pour la mesure du courant fourni par la centrale et les transformateurs 7.000/23.000 volts, avec leurs interrupteurs à huile propres, des deux côtés à haute tension.

Batterie-tampon de Cavaglia.

Au bout d'un certain temps d'exploitation, on reconnut la nécessité de faire circuler deux trains à la fois sur la section Poschiavo-hospice de la Bernina, au lieu du train unique prévu dans le projet primitif. Comme de fortes surcharges momentanées et de grandes chutes de tension étaient à y redouter, on se décida à installer une batterie-tampon à Cavaglia.

Elle se compose de 364 éléments Tudor, ayant une capacité de 331 ampères-heure, avec une intensité normale de 162 ampères et maximum de 202 ampères, et une tension d'environ 750 volts.

L'installation de distribution comporte un tableau à trois panneaux, deux pour les feeders d'arrivée et un pour la batterie. En dehors du tableau, on trouve aussi deux interrupteurs à couteaux, deux parafoudres avec réactances propres (fig. 6).

Sur les panneaux des feeders d'arrivée, il y a un automatique à maximum qui reste déclanché tant

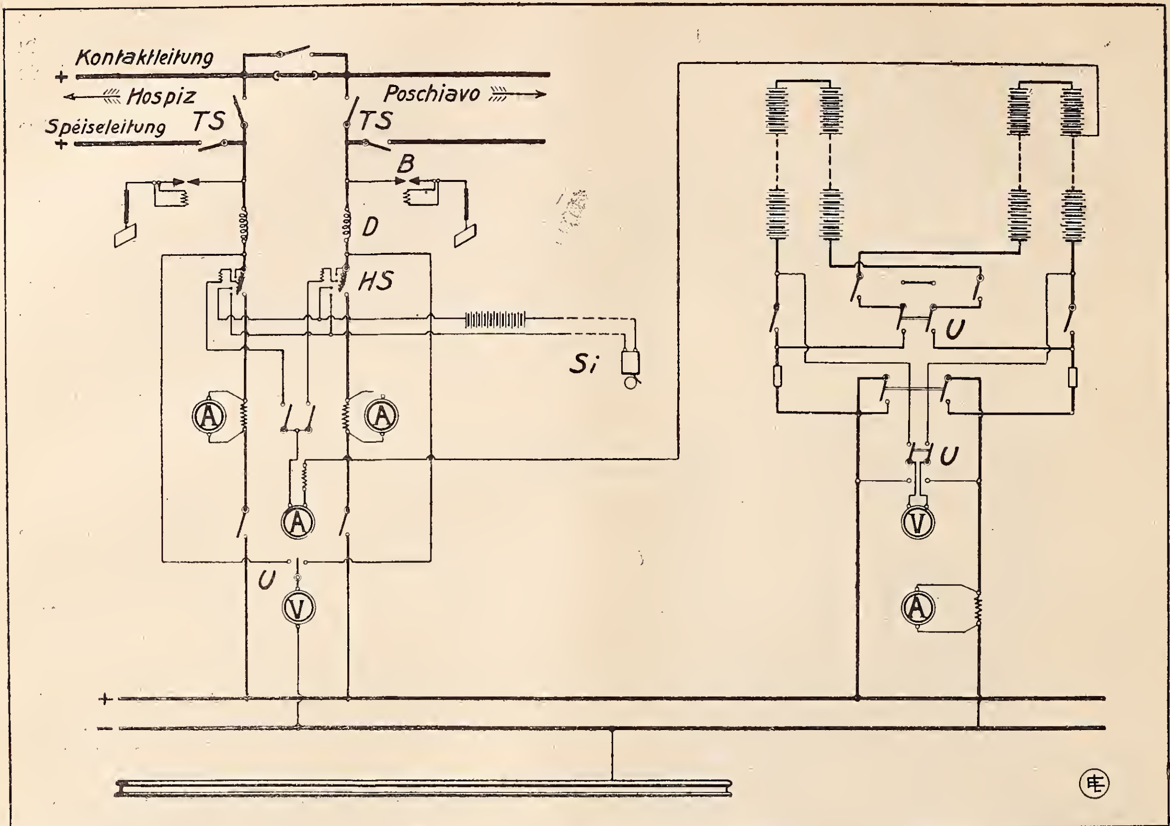


Fig. 6. — Schéma de la batterie-tampon de Cavaglia. — TS, Sectionneur. — D, Bobine de self. — B, Parafondre. — HS, Disjoncteur à maximum. — V, Commutateur, — Sl, Lampes-signaux.

que la cause du court-circuit n'a pas disparu. En même temps une lampe-signal fonctionne et une sonnerie électrique retentit.

Pour que la batterie puisse être chargée automatiquement par les sous-stations voisines, elle comprend un peu moins d'éléments que les batteries de celles-ci, de telle sorte que sa tension normale est plus faible. La différence des tensions est justement égale à la chute de tension du courant de charge qui vient des sous-stations.

Canalisations de distribution et d'alimentation.

La ligne de distribution de l'énergie se compose sur toute son étendue de deux conducteurs cylindriques en cuivre, de 9 millimètres de diamètre, donc d'une section de 127,2 mm². La ligne d'alimentation, qui suit la précédente en voie courante, est formée de deux conducteurs ayant chacun une section de 120 ou de 100 ou de 70 mme. Leur section a été calculée en admettant une chute maximum de tension de 16 %, dans le cas d'un train de 45 tonnes se trouvant entre deux sous-stations au point le plus défavorable.

Les fils de distributi n du courant sont portés par les consoles fixées aux poteaux de bois. Ces poteaux, d'une longueur de $8^{m},5$ ont un diamètre qui décroît depuis 26 centimètres à la base jusqu'à 18 centimètres à la tête. Dans les courbes, ils sont souvent renforcés ou haubannés. En quelques endroits, ils sont fondés dans un massif de béton ou fixés contre un mur à l'aide de brides.

La ligne de contact se trouve, en voie courante, entre $5^{m},2$ et $5^{m},6$ au-dessus des rails ; cette hauteur est portée à 6 mètres aux passages à niveau, à $6^{m},25$ dans les gares et entre 4 mètres et $4^{m},15$ dans les tunnels. L'écartement des poteaux est de 30 mètres au maximum ; dans les courbes il s'abaisse jusqu'à 12 mètres. Pour obtenir une usure égale de l'archer frotteur, les fils de contact sont tendus en zigzag au dessus de la voie.

L. Pahin.

Informations. -- Analyses. -- Revues.

Moyen électrique de déterminer la place des gisements de pétrole.

La détermination exacte de l'emplacement des nappes de pétrole brut au moyen d'un appareil électrique a donné d'excellents résultats, ces dernières semaines, dans un terrain près de Corsicana (Texas), à M. Eugène Elkins, l'inventeur de l'instrument, qui vient de partir faire de nouveaux essais dans un district des environs de Burkburnett. L'industrie pétrolifère serait révolutionnée si la position des nappes pouvait être située au moyen d'un appareil aussi simple. Le principe de son fonctionnement est le suivant :

« Le système consiste à former un circuit électrique au travers de la terre en plongeant un fil isolé dans une mare, ou toute poche d'eau sans issue, et en plaçant à la surface du sol une batterie dont on relie le pôle positif à un fil de recherche. Ce fil est promené à la surface du sol, dans toutes les directions et jusqu'à une grande distance. Le terrain intermédiaire est pour ainsi dire profondément traversé de courants électriques allant de l'anode ou « chercheur » à la cathode de la batterie. Ces courants prennent naturellement la direction dans laquelle ils rencontrent le moins de résistances.

« Le pétrole et ses parties constituantes étant les seuls minéraux du sol au travers desquels l'électricité ne peut passer, il est évident qu'une nappe placée sur le passage des courants opposant une grande résistance, les courants arrivent à l'électromètre intercalé au pôle de la batterie avec une grande perte.

« On peut donc, à l'aide d'appareils précis et d'opérateurs expérimentés, situer la position du gisement avec une grande exactitude. »

Ch. Mayer.

(D'après l'Electrical Review.)

++

Soudure du verre à un métal.

Procédé Cailletet. — Enduire le verre de chlorure de platine dissous dans l'huile de camomille, chauffer jusqu'à début de fusion, puis cuivrer sur le platine par galvanoplastie, souder ensuite sur le cuivre comme à l'ordinaire.

Procédé Margot. — On fait la soudure avec un alliage à 100 parties d'étain pour 3 de zinc ; ne prend que sur le verre extrêmement propre.

Procédé à l'amalgame. — Triturer 40 grammes de cuivre en poudre obtenue en précipitant le sulfate par le zinc, avec de l'acide sulfurique, pour obtenir une pâte épaisse. Ajouter 70 grammes de mercure, triturer ensemble et chauffer à fusion.

Passer ensuite à l'eau chaude pour enlever l'acide. S'emploie comme un bâton de cire. Pour ces deux dernières méthodes, il est bon au préalable d'argenter le verre.

Ces trois recettes sont très utiles pour la confection d'eudiomètres ou de voltamètres avec des électrodes en métaux autres que le platine.

(Extrait du *Soufflage du verre*, par M. Henri Vigreux).

++

Explosion d'une turbine à vapeur de 35.000 kw.

Une grande turbine de la station Nord-Ouest de la Commonwealth Edison Cy à Chicago a récemment fait explosion, le rotor volant en éclats, réduisant en pièces le logement des roues motrices et endommageant les murs de la salle des machines ; les pertes sont évaluées à 100.000 dollars. Heureusemenr, il n'y a eu ni morts ni blessés.

La turbine qui s'est ainsi détruite représentait une puissance de 35.000 kw à la vitesse de 1.500 tours par minute, du type dit à impulsion ; les roues motrices, de diamètre progressivement croissant au fur et à mesure de la détente, tournaient dans une enveloppe unique, la longueur des aubages s'accroissant en proportion du volume de vapeur nécessaire à la détente à travers la turbine.

Le générateur était monté pour produire du courant triphasé à 25 périodes sous 9.000 volts. Une valve à ressort de réglage unique, actionnée par le régulateur au moyen d'un levier agissant sur des cames, contrôlait l'entrée de la vapeur dans les premières séries des aubes de la turbine. Le contrôle du passage de la vapeur d'une série de roues motrices à la suivante était obtenu au moyen d'une valve analogue s'ouvrant automatiquement quand la charge sur l'unité atteignait une valeur déterminée à l'avance, disposition adoptée pour éviter les nombreuses valves d'admission des types précédents.

L'unité que représentait cette turbine avait été mise hors circuit la veille vers minuit, et remise en marche le matin, lorsque la détente silencieuse de la vapeur fut bientôt suivie de vibrations dont l'amplitude augmenta rapidement. Le surveillant essaya vainement de fermer les valves d'admission de vapeur, au moment où le rotor de la turbine faisait explosion, projetant des débris dans le voisinage de l'usine, après avoir tourbillonné pendant un certain temps.

Il a été difficile de définir les causes de l'accident : celui-ci est-il dû au mauvais fonctionnement de la soupape qui réglait le débit de l'arrivée de vapeur, ou bien à l'effet du vide correspondant à l'entraînement de vapeur dans les aubages avant l'accident, quelle relation existe-t-il entre ces phénomènes et les vibrations anormales qui ont été constatées au moment de l'accident, autant de questions dont la solution présenterait un réel intérêt. Il est heureux que le générateur se soit trouvé déconnecté des barres du tableau au moment de l'accident, autrement il y aurait eu à enregistrer de plus la destruction du générateur.

C. S.

PERFECTIONNEMENTS RÉCENTS

MODULATEURS ET RÉCEPTEURS DE RADIOTÉLÉPHONIE

Le perfectionnement du modulateur est un des problèmes les plus complexes de la radiotéléphonie, aussi fait-il l'objet d'un champ de recherches et d'expérimentations encore loin d'être complètement exploré.

La grande difficulté consiste en ce fait que l'énergie phonique des ondes acoustiques de la parole doit imprimer ses variations et son rythme à une transmission d'énergie électrique atteignant une puissance moyenne de plusieurs kilowatts, et même plusieurs centaines de kilowatts pour les stations éloignées. Pour les puissances de travail importantes, les solutions pratiques sont encore à trouver ; pour les puissances moyennes, les transmetteurs constitués par des ampoules à valves et les amplificateurs à valves ont à peu près résolu le problème.

Pour les faibles portées n'utilisant que de faibles puissances, une résistance type de microphone variable, couplée soit en série, soit en dérivation sur le circuit aérien, permet de moduler les trains d'ondes émis sur les vibrations acoustiques du transmetteur ; enfin, s'il s'agit de très faibles puissances, on peut employer directement le microphone à charbon ordinaire, quoique sa capacité d'énergie utilisable soit très limitée par rapport à l'échauffement.

Les systèmes variés de refroidissement employés, par l'alcool, par exemple, n'ont pas été reconnus comme très efficaces ; des essais ont été faits pour augmenter la capacité d'énergie de la résistance variable du microphone, par l'emploi de liquide microphonique dans des récipients de forme variée ; les modèles Vanni et Chamber semblent être ceux qui ont donné les meilleurs résultats ; tous deux utilisent les vibrations produites par les ondes de la voix pour faire varier l'épaisseur d'une membrane conduisant l'électrolyte formé d'acide dilué ou d'une solution saline entre deux électrodes et rendre ainsi variable la résistance qui les sépare.

Avec des puissances d'énergie de 1 à 2 kilowatts, ces microphones ont permis d'enregistrer toutes les modifications de la parole.

***

Un perfectionnement récent a été réalisé par M. A. Sykes en constituant un microphone où les vibrations phoniques font varier la concentration de l'électrolyte et par suite la résistance séparant deux électrodes fixes en accord avec les modulations de la voix. Ce procédé permet, pour les puissances élevées d'employer de grandes électrodes fixes traversées par des flux d'énergie élevés sans que celles-ci aient à vibrer directement sous l'influence de la voix.

Le microphone à condensateur ordinaire permet bien de moduler les ondes émises d'après les vibrations de la voix, dont les variations synchronisées sont enregistrées par le circuit aérien relatif au courant primaire, ou par la fréquence du générateur d'oscillation; le microphone magnétique Alexanderson constitue une solution meilleure de la question ; dans cet appareil, les vibrations de la voix font varier non seulement la capacité de l'appareil, mais encore son inductance, par la variation de la perméabilité du fer avec le degré de magnétisation auquel il est soumis.

Le noyau d'un transformateur de forme spéciale est muni de trois séries d'enroulements, l'effet de deux enroulements de courant alternatif annulant celui des enroulements de courant direct.

Le courant direct rend le noyau de fer magnétique, tandis que le courant alternatif, par une action magnétique variable, met en jeu la perméabilité du noyau et par suite son inductance effective.

Avec un transmetteur à microphone, le courant direct continu magnétisant enregistre les modulations de la voix, le courant alternatif du circuit oscillant est modifié quant à la fréquence naturelle résultant du générateur, d'où variations dans la syntonie, qui se manifeste par la variation de l'énergie radiée.

Les oscillogrammes obtenus avec l'un de ces modulateurs connecté comme réactance variable sur le circuit d'un alternateur à haute fréquence de 75 kw. ont montré que les vibrations de la voix affectaient plus de 75 % de l'énergie produite par l'alternateur.

On peut réaliser des installations fixes fonctionnanavec de très grandes puissances et permettant de transtmettre la voix à de grandes distances ; les dimensions du dispositif augmentent en proportion et les vibrations dont il devient le siège affectent le microphone ordinaire qui ne fonctionne plus d'une manière satisfaisante. Aussi est-on obligé de faire intervenir un dispositif amplificateur entre le microphone du transmetteur et le modulateur magnétique; ce dispositif est généralement constitué par des valves à vide et valves amplificatrices.

Les générateurs d'oscillations à valves enregistrent eux-mêmes les variations de l'énergie oscillatoire produite par les variations de potentiel constatées sur l'électrode grille.

Les modulations correspondantes aux vibrations de la parole ne nécessitent qu'une faible puissance en volts ampères; on peut les enregistrer directement par un transmetteur microphonique ordinaire à main.

Lorsqu'il s'agit de valves à grand débit, on utilise ou bien de grandes valves unité, ou bien des valves plus faibles couplées en parallèle ; l'énergie mise en jeu étant plus grande, on insère une valve amplificatrice entre le microphone et les valves de transmission.

On peut également employer les valves comme modulateurs à résistance variable par un agencement convenable de la lame de circuit de la valve ou des valves couplées en parallèle pour un plus grand débit de courant, de manière à réaliser un shunt sur tout ou partie de l'inductance du circuit transmetteur aérien.

Les variations du potentiel de grille de ces valves de couplage sont transmises à l'antenne de circuit en déterminant les modulations de la radiation transmise et enregistrée par un transmetteur microphonique approprié.

C. Schmitt.

***

LA RADIOTÉLÉGRAPHIE AU SERVICE DU PUBLIC

Le General Post Office britannique a organisé un service radiotélégraphique supplémentaire au service télégraphique par câble, fonctionnant entre la Grande-Bretagne et le Danemark pour la transmission des télégrammes ordinaires et de presse. Les taxes pour les télégrammes ordinaires sont les mêmes que pour les télégrammes expédiés par câble, c'est- à dire 25 cts par mot ; mais les télégrammes de presse seront transmis par télégraphie sans fil à la taxe réduite de 10 cts par mot. Ces télégrammes portent la mention « via radio .

(*Electrical Review.*)

***

Depuis le 15 septembre 1919, l'Administration britannique accepte également, au taux de 2 sh. 6 d. (environ 3 fr. 10) par mot, les radiotélégrammes à transmettre par la station côtière *Poldhu* aux navires qui ne sont plus dans le rayon d'action de toute autre station côtière britannique. La station Poldhu, qui appartient à la Compagnie Marconi, ne communique avec les navires que pendant la nuit ; sa portée est de 1.500 milles environ.

PRATIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ

Mesure du facteur de puissance d'un moteur

On peut obtenir instantanément le cos φ (facteur de puissance) d'un moteur à une charge quelconque à l'aide du diagramme circulaire préalablement tracé.

Si l'on ne possède pas ce diagramme, il faut faire l'essai à la charge voulue, cet essai ne peut guère se faire que sur la plateforme d'essais en usine, car il nécessite l'emploi d'un *wattmètre.*

La connaissance de la puissance 50 HP (1) n'intervient pas dans le choix de l'essai pour détermination du cos φ. Il était préférable d'indiquer à quelle charge on veut déterminer le cos φ. La connaissance de cette charge renseigne alors sur l'importance du wattmètre à employer et sur celle de l'ampèremètre.

Dans tous les cas, il faut un wattmètre.

Voici comment procéder :

Il faut maintenir rigoureusement constante la charge à laquelle on veut déterminer le cos φ. Nous supposons, d'autre part, que le voltage du réseau est resté suffisamment constant pendant cet essai.

Dans le cas d'un moteur *monophasé*, appelons P la puissance lue au wattmètre correspondant à la charge déterminée, I, le courant à l'ampèremètre et V, le voltage au voltmètre, la valeur du cos φ est :

$$\text{Cos}\ \varphi = \frac{V \times I}{P}$$

Dans le cas d'un moteur *triphasé*, il faudra prendre les puissances P_1 et P_2 entre les phases 1 et 3, puis 2 et 3, par exemple, et le cos φ sera donné par :

$$\text{Cos}\ \varphi = \frac{P_1 \pm P_2}{\sqrt{3}\, U\, I},$$

ou encore, sans avoir recours à l'ampèremètre et au voltmètre pour les données du calcul :

$$\text{Tg}\ \varphi = \sqrt{3}\, \frac{P_1 - P_2}{P_1 + P_2}$$

D'où l'on déduira le cos φ.

A défaut de wattmètre, nous indiquerons, pour mémoire seulement, un moyen, sans garantie, de la valeur de l'essai.

On pourrait se servir du compteur du moteur, par exemple. Pour cela, on ferait un essai d'une heure, si l'on veut, en maintenant la charge invariable à laquelle on veut obtenir la valeur du cos φ. En relevant la consommation W au bout du temps *t* d'essai, la puissance moyenne sera :

$$P_m = \frac{W}{t}$$

On pourra alors employer les formules précédentes en y portant la valeur de P_m. On aurait ainsi une idée du cos φ moyen à la charge considérée.

R. S.

(1) Réponse à Question n° 43. (V. p. 216.)

Le montage des tubes à vide en détecteur et en amplificateur.

Dans un précédent article, nous avons donné le principe du fonctionnement des tubes à vide en amplificateur (1). Nous avons présenté quelques schémas de montage avec tubes à vide connectés par l'intermédiaire de transformateurs. Il existe de nombreux autres modèles d'amplificateurs (à résonance, à résistances, etc...).

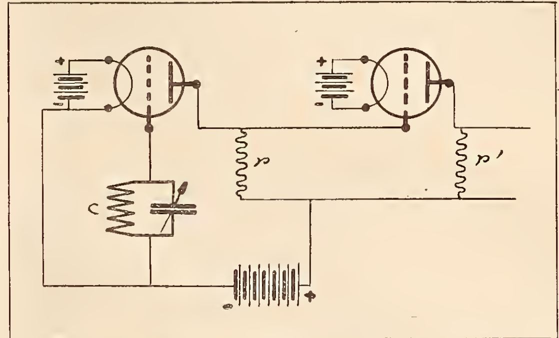


Fig. 12.
Schéma de montage d'un amplificateur à résistance.

Le modèle de la figure 1 représente un amplificateur à résistances (4 lampes). On comprend aisément que, dans ce cas, le courant du circuit-plaque, en passant dans la résistance *r*, produit aux bornes de celle-ci une différence de potentiel qui agit sur la grille de la lampe suivante.

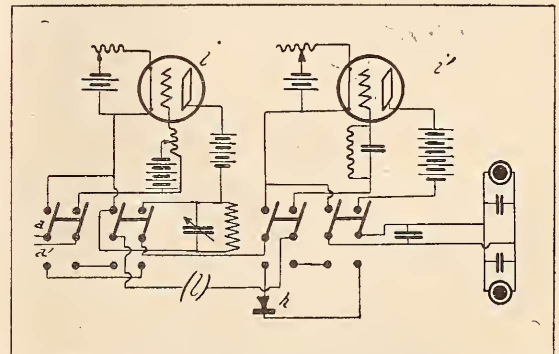


Fig. 13.
Schéma de montage mixte en détecteur et amplificateur

Le dispositif de la figure 2, fréquemment utilisé en pratique permet quatre combinaisons :

1° Détecter les signaux reçus à l'aide du détecteur à cristaux *h;*

2° Amplifier d'abord ces signaux à l'aide de la lampe *i* et les détecter ensuite à l'aide du détecteur *h;*

3° Détecter les signaux reçus à l'aide de la lampe *i;*

4° Amplifier et détecter les signaux à l'aide des lampes *i* et *i'*.

P. MAURER.

(1) *Electricien* du 31 août 1919.

Inventions. — Appareils et procédés nouveaux

++++++++++

Production d'ondes amorties et entretenues.

Le procédé représenté par le schéma (fig. 1) consiste à employer deux générateurs à ondes amorties et entretenues. Le premier système est alimenté par un alternateur triphasé avec transformateur et sert à appeler le poste récepteur. Le second est un poste à lampes à trois électrodes monté comme l'indique le schéma et dont les filaments sont alimentés par l'alternateur. Le couplage entre le circuit-grille et plaque est produit par induction entre *b* et *a* (Brevet fr. n° 493.222).

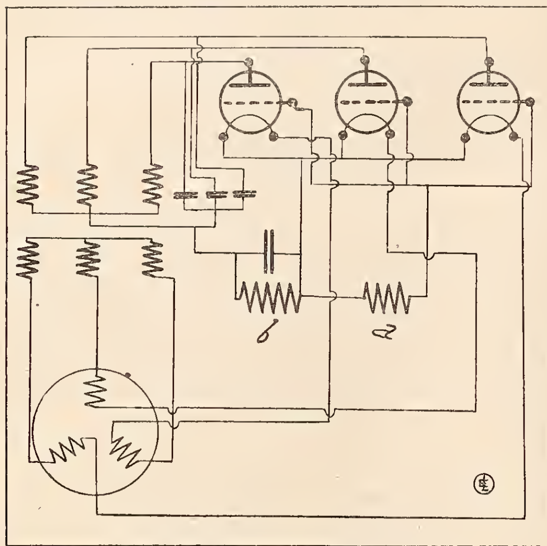


Fig. 1. — Poste émetteur à ondes mixtes.

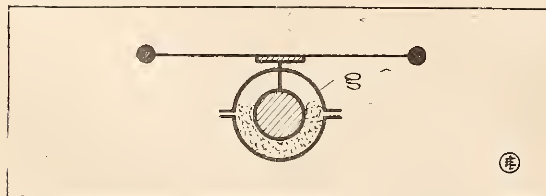


Fig. 2. — Récepteur téléphonique à électrodes concentriques.

Téléphone à électrodes concentriques.

Le dispositif représenté par la figure ci-dessus (fig. 2) permet une marche sensible en position quelconque d'un téléphone, constitué par deux électrodes concentriques séparées par des granules *g* (Brevet fr. n° 493.579.)

Réglage de la tension par régulateurs vibrants.

On peut régler la tension des dynamos à vitesse et à champ variable au moyen d'un régulateur vibrant constitué comme le montre la figure ci-contre (fig. 3). Deux palettes *pp* attirées par un électro-aimant *e* et permettant d'un côté de court-circuiter ou de shunter une résistance en série avec les inducteurs, et de l'autre de shunter les inducteurs eux-mêmes de la dynamo *s*. (Brevet fr. n° 493.224)

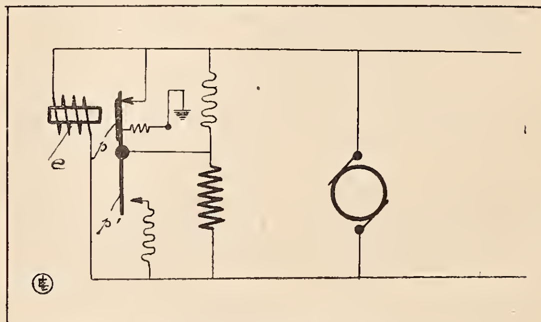


Fig. 3. — Régulateur vibrant.

Petites génératrices de voitures

Ces petites machines sont destinées à produire du courant continu et alternatif par emploi d'un circuit magnétique d'un alternateur homopolaire *a*, avec induit sur la flasque opposée au collecteur (fig. 4). (Brevet fr. n° 493.377)

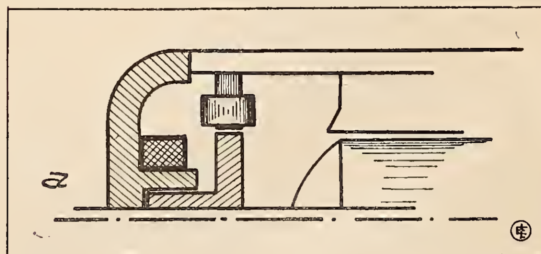


Fig. 4. — Alternateur à faible voltage.

++

L'ELECTRICIEN est à la disposition de toutes les Sociétés ou Syndicats d'ingénieurs ou de contremaîtres pour insérer les communications de ces associations.

NOTRE

Enquête sur l'Enseignement de l'électricité industrielle.

++++++++++++++++++++++++

*De la correspondance reçue à ce sujet, nous dégageons la conclusion qu'un vigoureux effort est nécessaire pour développer l'enseignement pratique, sous toutes ses formes, de l'électricité industrielle. L'*ELECTRICIEN *va apporter sa contribution à cet effort, dans une nouvelle rubrique* : **L'Enseignement pratique de l'Electricité industrielle.**

Parmi les lettres reçues, nous extrayons les suivantes, d'un intérêt particulier :

« M. le Directeur de l'*Electricien*,

« Ayant suivi avec intérêt votre campagne pour le développement de l'enseignement technique, je pense que vous voudrez bien publier, pour l'édification des intéressés, et même des pouvoirs publics si cela peut les atteindre, la communication suivante :

« A son dernier Congrès, tenu à Atlantic City, en juin 1919, la Fédération américaine du travail a adopté la résolution suivante :

Considérant que la recherche scientifique et ses applications techniques constituent une des bases essentielles du développement des industries manufacturières, agricoles, minières et autres ;

Considérant que le rendement industriel est considérablement accru par l'utilisation technique des résultats des recherches scientifiques relatives à la Physique, à la Chimie, à la Biologie, à la Géologie, à l'Art de l'Ingénieur, à l'Agriculture et aux sciences connexes : que d'ailleurs le développement général du bien-être résultant des progrès scientifiques donne des avantages dépassant bien des fois les dépenses occasionnées par les recherches correspondantes ;

Considérant que l'augmentation de la production industrielle résultant de la recherche scientifique est un puissant facteur, dans la lutte tous les jours plus vive menée par les travailleurs pour améliorer leurs conditions d'existence ; que l'importance de ce facteur ira constamment en croissant parce qu'il existe une limite supérieure des conditions moyennes de vie de l'ensemble de la population, impossible à dépasser tant qu'on se contente d'agir, comme on le fait aujourd'hui, sur les seuls modes de répartition de la richesse; que la recherche scientifique peut au contraire élever cette imite en intensifiant la production industrielle par la mise en œuvre des résultats de la science ;

Considérant que le gouvernement fédéral, les gouvernements d'Etats et les gouvernements locaux ont à résoudre nombre de problèmes importants et urgents, d'administration et de législation, dont la solution dépend d'études scientifiques et techniques ;

Considérant que la guerre a fait comprendre aux nations belligérantes l'influence prépondérante de la Science et de la Technique sur le bien-être et la puissance de chaque pays, aussi bien en temps de guerre qu'en temps de paix ; que non seulement l'initiative privée essaie d'organiser des recherches de grande envergure, intéressant le pays tout entier, mais qu'en outre plusieurs gouvernements participent activement et viennent en aide à de telles entreprises ;

« *En conséquence*, la Fédération du Travail, réunie en congrès, déclare qu'il est d'un intérêt majeur pour le bien-être de la nation d'aborder un large programme de recherches scientifiques et techniques ; que le gouvernement fédéral doit employer tous les moyens en son pouvoir pour assurer la réalisation de ce programme; que l'intervention directe du gouvernement dans l'accomplissement de ces recherches doit tendre à en accroître l'étendue et l'importance au moyen de subventions généreuses. »

« Encore est-il intéressant de souligner qu'un tel vœu est émis dans un pays où la recherche scientifique est déjà dotée de dons privés se chiffrant par centaines de millions de francs.

« Veuillez agréer, etc...

« F. V. »

++

« Monsieur le Rédacteur en chef,

« J'ai lu vos articles et les différentes lettres que vous avez publiées pour l'enseignement de l'électricité, ce qui m'intéresse beaucoup, car je suis un jeune électricien qui n'ai pas pu faire des études spéciales, autrement que par des livres qui m'ont intéressé à prendre ce métier. Mais je vois que vous ne parlez maintenant que d'améliorer ou réformer les Ecoles spéciales ou Pratiques. Voulant m'instruire autant que possible, tout en travaillant, je vois aujourd'hui qu'au lieu des grandes facilités qui devaient être données pour cela à tous, il n'y a presque aucun moyen.

« Avant la guerre, un camarade qui avait travaillé

en Allemagne m'avait montré des brochures qui se publiaient là-bas, à Liepzig bien entendu, et qui, par des livraisons à 60 ou 80 pfennigs, c'est-à-dire moins d'un franc, donnaient toutes les semaines des sortes de cours d'électricité, avec des calculs pouvant être faits par tout le monde. Ne pourrait-on en faire autant en France, je crois que ce serait rendre service à toute la profession.

L. Corneau.



Monsieur le Rédacteur en chef de l'*Electricien*,

L'enquête sur l'enseignement de l'électricité industrielle que vous venez de faire paraître dans l'*Electricien* m'a beaucoup intéressé.

Je ne discuterai pas vos idées sur l'enseignement secondaire de l'électricité industrielle dans notre pays, idées qui me paraissent excellentes et que je trouve fort à propos.

A mon tour, je désirerais exposer, dans votre si intéressante et si importante revue, mes idées personnelles sur un mode d'enseignement que je crois non moins intéressant, à l'heure actuelle, que celui que vous envisagez. J'ai tout lieu d'espérer que, vu l'importance de la question, à laquelle vous semblez attacher un si grand intérêt par votre exposé dans l'*Electricien*, vous voudrez bien y accueillir hospitalièrement le mien.

J'ai souvent eu l'occasion d'observer combien est préjudiciable à notre pays, et maintenant plus que jamais, — le manque d'instruction technique chez nos ouvriers. Cette constatation est malheureusement trop évidente si elle est faite vis-à-vis des ouviers étrangers, notamment des ouvriers allemands.

D'où vient la si grande prospérité industrielle de l'Allemagne ?

D'abord de la clairvoyance de ses industriels, qui ont su comprendre que, en industrie comme en toutes choses d'ailleurs, c'est à la base qu'il faut agir.

Avec l'esprit de méthode que nous leur connaissons, ils ont donc, bien des années déjà avant la guerre, et inlassablement, créé de nombreuses œuvres d'éducation professionnelle, où l'instruction technique tenait une large place.

Leurs efforts ont été corroborés par ceux de la jeunesse ouvrière allemande, qui a su comprendre aussi, de son côté, et répondre, avec un empressement peu connu chez nous, aux désirs des industriels. Elle leur a consenti, dans l'effort intellectuel qu'on lui demandait, un esprit de discipline, elle y a apporté une opiniâtreté et mis une persévérance que nous devrions méditer.

C'est ainsi que, particulièrement au cours de cette guerre, nous avons pu juger des avantages incontestables que l'Allemagne a pu retirer d'un tel état de choses.

Puisque nous constatons, par cet exemple, l'excellence et la portée du résultat que produit une instruction meilleure de l'élite ouvrière, pourquoi ne profiterions-nous pas, plus largement que nous le faisons, d'une expérience toute gratuite pour nous, en faisant, où elle n'est pas possible, l'œuvre de nos écoles d'industries, par exemple, et en la complétant, toutes les fois que cela se pourra faire.

Si l'ouvrier français ne le cède en rien à l'ouvrier étranger, notamment au point de vue goût et habileté, malheureusement, il lui est trop souvent inférieur comme instruction générale et technique.

Si l'on a parfois reproché à nos ingénieurs d'être souvent trop théoriques, il faut bien reconnaître, par contre, que nos ouvriers manquent plus souvent encore d'instruction ; c'est là une lacune particulièrement préjudiciable à notre industrie.

Il convient donc d'ajouter aux qualités natives, si précieuses de nos artisans au premier degré, pour les développer, les compléter et leur assurer le maximum de rendement, cette chose indispensable, qui leur fait trop défaut, l'instruction.

C'est d'ailleurs une question brûlante d'actualité.

Si nous voulons permettre à notre industrie de faire face, dorénavant, à la concurrence étrangère, qui va se déchaîner plus âpre que jamais, il faut que notre production soit, non seulement meilleure, mais meilleure marché.

Que faut-il pour cela ? Il faut produire beaucoup, comme on n'a cessé de le répéter dans ces temps derniers, et pour produire beaucoup, aucun moyen ne devrait être négligé, notamment l'amélioration de nos conditions de travail. Or l'instruction de notre élite ouvrière est un amendement d'une merveilleuse fertilité ; c'est le poids qui nous permettra de rétablir l'équilibre de notre côté.

Chez nous, le fossé est trop large, qui existe entre l'élément manuel et l'élément technique.

N'est-ce pas notamment par une relation étroite entre l'élément manuel et l'élément technique que pourra être accrue la production ? Mais cette relation ne pourra elle-même être rendue étroite que par le développement croissant des facultés intellectuelles de l'élément manuel au premier chef, le rapprochant, précisément, de l'élément technique, pour lui permettre d'en saisir mieux et plus rapidement les élaborations.

Il lui permettra, d'autre part, un meilleur esprit d'initiative, une plus grande facilité, une plus grande rapidité d'exécution ; en somme, un gain de temps, combien précieux aujourd'hui ; toutes choses pour le plus grand profit de notre production et de notre industrie.

Dans l'intérêt général, il apparaît donc de plus en plus nécessaire, sinon indispensable, d'accroître les connaissances techniques de notre collaboration manuelle.

Secouons notre inertie, cause d'un retard qui nous est de plus en plus préjudiciable. Vainquons notre antipathie pour tout ce qui est innovation.

Convaincu de ce qui précède, c'est pour sa réalisation, dans un certain ordre d'idées, que le recours à une publication technique me paraît être un bon moyen.

Dans ce but, le caractère, les attaches et l'importance de votre revue me semblent être une contribution qu'on ne saurait trouver plus propice ailleurs, ni plus qualifiée.

Comme il est bon de prévoir que la concurrence étrangère sévira plus particulièrement dans le domaine de l'électricité, c'est là, en ce qui nous concerne, que doivent porter nos efforts. Un enseignement que répandrait avec diffusion votre importante revue me paraît donc opportune au point de vue électricité.

Cet enseignement devrait être surtout à la portée de l'ouvrier. Rien n'empêcherait d'ailleurs, de lui donner un certain degré de force pour la catégorie plus instruite.

Ce serait le complément à l'instruction technique de nos travailleurs, soit pour ceux qui n'ont pas les facilités de s'instruire à une école technique, soit pour ceux qui n'ont pu la fréquenter suffisamment, soit enfin pour ceux qui, plus privilégiés, ont pu la fréquenter, mais qui ont oublié,comme il arrive souvent, faute de pratique.

La nouvelle situation créée par la loi de huit heures paraît faciliter une telle entreprise. Beaucoup d'ouvriers, pour améliorer leurs conditions, consacreraient, en effet, volontiers, leurs nouveaux loisirs à compléter leur instruction. Pour d'autres, en les instruisant, elle leur éviterait bien des occasions d'user leur bourse et leur santé.

Moralement comme physiquement, une telle entreprise est un bienfait.

Après cet exposé, il m'est agréable de croire que vous voudrez entreprendre quelque chose en application de ce qui précède et qu'il vous sera possible de donner suite à des suggestions dans lesquelles je ne vois que l'intérêt de nos travailleurs et le bien de notre industrie et de notre pays.

Dans cet espoir, veuillez agréer, etc.

Georges SYLVAIN,
Industriel.



NOTRE NOUVELLE RUBRIQUE

—

L'ÉCOLE DE L'ÉLECTRICIEN.

—

L'ENSEIGNEMENT PRATIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ INDUSTRIELLE

—

Utile partout et à tous.

Critiquer n'est pas créer. L'ÉLECTRICIEN *déplore le manque d'enseignement professionnel, la crise de l'apprentissage, qui pourraient avoir la plus fâcheuse répercussion sur l'avenir de nos industries électriques.*

Plus que tout autre travailleur, l'électricien a besoin d'une instruction technique pour la pratique de son métier.

L'ÉLECTRICIEN *veut donner un moyen d'instruction technique à tous les travailleurs. Il a décidé d'ouvrir dans ses colonnes une nouvelle rubrique :* **L'enseignement pratique de l'électricité industrielle,** *qui débutera dans un prochain numéro. Cet enseignement est destiné aux travailleurs qui veulent s'instruire, aux instruits qui veulent se perfectionner.*

L'électricien, l'industriel et même l'ingénieur y trouveront un agréable passe-temps, par les exercices et problèmes pratiques dont ils voudront souvent s'exercer à chercher la solution.

Afin d'intéresser d'une façon particulière les lecteurs de cet enseignement à un travail suivi, le seul qui puisse leur être réellement profitable, nous ouvrirons entre eux un CONCOURS, *doté de* PRIX.

Nous publierons prochainement les conditions de ce concours.

L'ÉLECTRICIEN

COMMUNIQUÉ

L'Administration de l'annuaire de l'électricité ÉLECTRO, 47, boulevard de Sébastopol, Paris, nous prie d'informer nos lecteurs qu'elle recevra avec plaisir toute demande d'insertion des maisons d'électricité nouvellement installées, de Paris ou de province.

Ces insertions sont faites **gratuitement.**

Loi relative à l'utilisation de l'énergie hydraulique.

++++++++++++++++

Cette loi du 16 octobre 1919 constituant la nouvelle réglementation de la houille blanche, nous en publions le texte intégral..

TITRE Ier

Conditions générales d'exploitation et classification des entreprises hydrauliques.

Art. 1er. — Nul ne peut disposer de l'énergie des marées, des lacs et des cours d'eau, quel que soit leur classement, sans une concession ou une autorisation de l'Etat.

Toutefois, aucune concession ou autorisation ne sera accordée sans avis préalable des conseils généraux des départements représentant des intérêts collectifs régionaux, sur le territoire desquels l'énergie est aménagée.

Art. 2. — Sont placées sous le régime de la concession :

1° Les entreprises qui ont pour objet principal la fourniture de l'énergie à des services publics de l'Etat, des départements, des communes et des établissements publics ou à des associations syndicales autorisées et dont la puissance maximum (produit de la hauteur de chute par le débit maximum de la dérivation) excède 150 kilowatts ;

2° Les entreprises dont la puissance maximum excède 500 kilowatts, quel que soit leur objet principal.

Sont placées sous le régime de l'autorisation les autres entreprises.

TITRE II

Entreprises concédées.

Art. 3. — La concession est instituée par une loi lorsque les travaux d'appropriation de la force comportent le déversement des eaux d'un bassin fluvial dans un autre ou le détournement des eaux sur une longueur de plus de 20 kilomètres mesurée suivant le lit naturel ou lorsque la puissance normale (produit de la hauteur de chute par le débit moyen annuel de la dérivation) excède 50.000 kilowatts.

Dans les autres cas, la concession est instituée par décret rendu en Conseil d'Etat.

Art. 4. — Pour l'exécution des travaux définis au cahier des charges et régulièrement approuvés par l'administration ainsi que pour l'exploitation de la concession, le concessionnaire aura les droits suivants :

1° Occuper dans l'intérieur du périmètre défini par l'acte de concession les propriétés privées nécessaires à l'établissement des ouvrages de retenue ou de prise d'eau et des canaux d'adduction ou de fuite lorsque ces canaux sont souterrains ou s'ils sont à ciel ouvert en se conformant à la loi du 29 avril 1845 ;

2° Submerger les berges par le relèvement du plan d'eau ;

3° S'il s'agit d'une usine de plus de 10.000 kilowatts, occuper temporairement tous les terrains et extraire tous matériaux nécessaires à l'exécution des travaux en se conformant aux prescriptions de la loi du 29 décembre 1892.

Sont exemptés les bâtiments, cours et jardins attenant aux habitations.

L'exercice des droits conférés au concessionnaire par le présent article est autorisé par arrêté préfectoral pris après que les propriétaires ont été mis à même de présenter leurs observations.

Lorsque l'occupation ainsi faite prive le propriétaire de la jouissance du sol pendant une durée supérieure à celle prévue par le cahier des charges pour l'exécution des travaux ou lorsque, après cette exécution, les terrains ne sont plus propres à la culture, le propriétaire peut exiger du concessionnaire l'acquisition du sol. La pièce de terre trop endommagée ou trop dépréciée doit être achetée en totalité si le propriétaire l'exige.

Les indemnités auxquelles pourra donner lieu l'application du présent article, ainsi que les contestations qu'il soulèvera seront réglées par la juridiction civile. Il sera procédé devant ces tribunaux comme en matière sommaire et, s'il y a lieu à expertise, il pourra n'être nommé qu'un seul expert.

Lorsque l'occupation ou la dépossession devra être permanente, l'indemnité sera préalable. Toutefois, si l'urgence des travaux est reconnue par arrêté préfectoral, cet arrêté et l'arrêté déclaratif des droits seront notifiés et l'indemnité sera réglée dans les formes prévues par les articles 66 à 74 de la loi du 3 mai 1841, la juridiction civile restant compétente pour la fixation définitive de cette indemnité.

Art. 5. — Lorsque l'aménagement de l'entreprise nécessite l'occupation définitive de propriétés privées dans des cas autres que ceux prévus par l'article 4, l'utilité publique de l'entreprise peut, si l'intérêt économique de la nation le justifie, être déclarée par l'acte qui approuve la concession. Toutefois, lorsque la déclaration d'utilité publique n'est reconnue nécessaire que pour certains travaux et postérieurement à l'approbation de l'acte de concession, il est statué par décret en conseil d'Etat.

Lorsque l'utilité publique a été déclarée, s'il y a lieu à expropriation, il est procédé, conformément à la loi du 3 mai 1841, sans qu'il soit en rien dérogé aux dispositions des articles 4 et 6.

Si, sur une même parcelle, il y a lieu à établissement d'une des servitudes prévues à l'article 4 et à acquisition en pleine propriété, le jury d'expropriation sera compétent pour statuer sur les deux indemnités.

Art. 6. — L'éviction des droits particuliers à l'usage de l'eau, exercés ou non, donne ouverture à une indemnité en nature ou en argent si ces droits préexistaient à la date de l'affichage de la demande en concession.

Lorsque ces droits étaient exercés à ladite date, le concessionnaire est tenu, sauf décision contraire du juge statuant ainsi qu'il est dit à l'avant-dernier paragraphe du présent article, de restituer en nature l'eau ou l'énergie utilisée, et, le cas échéant, de supporter les frais des transformations reconnues nécessaires aux installations préexistantes à raison des modifications apportées aux conditions d'utilisation.

Pour la restitution de l'eau nécessaire aux irrigations, le concessionnaire dispose des droits donnés au propriétaire par les lois du 29 avril 1845 et du 11 juillet 1847.

Pour la restitution de l'énergie sous forme électrique, le concessionnaire dispose des servitudes d'appui, de passage et d'ébranchage prévues par l'article 12 de la loi du 15 juin 1906.

En cas de désaccord sur la nature ou le montant de l'indemnité qui est due, la contestation est portée devant la juridiction civile. Le juge devra, en prononçant, concilier le respect des droits antérieurs avec l'intérêt de l'entreprise concédée.

L'indemnité qui est due pour droits non exercés à la date de l'affichage de la demande est fixée dans l'acte de concession.

Art. 7. — Une contribution de l'Etat peut être allouée sous forme d'avance ou de subvention, aux concessionnaires d'entreprises dont l'objet principal est la fourniture de l'énergie à des services publics ou intéressant la défense nationale, ainsi qu'à ceux qui prennent à leur charge des travaux d'aménagement susceptibles d'améliorer de façon notable les conditions d'utilisation agricole du cours d'eau ou de régulariser son régime.

L'acte de concession détermine l'importance et les conditions de cette contribution ainsi que le mode de remboursement des avances en capital et intérêts, et, le cas échéant, les modalités d'application des dispositions prévues aux paragraphes *d*, *e*, *f* et *g* du 7e de l'article 10.

Toutefois, cette allocation doit être autorisée par une loi, si, pour une même entreprise, l'engagement de l'Etat doit porter sur plus de cinq exercices.

Art. 8. — Le concessionnaire est assujetti au payement d'une taxe annuelle proportionnelle à la puissance normale telle qu'elle est définie par l'article 3.

Le taux en est fixé à cinq centimes (0 fr. 05) par kilowatt.

Art. 9. — Indépendamment des réserves en eau et en force mentionnées au paragraphe 6 de l'article 10 et dont il doit être tenu compte pour la fixation des charges pécuniaires prévues ci-après, le concessionnaire est assujetti par l'acte de concession au payement de redevances proportionnelles, soit au nombre de kilowatts-heure produits, soit aux dividendes ou aux bénéfices répartis, ces deux redevances pouvant éventuellement se cumuler. Toutefois la redevance proportionnelle aux dividendes ou aux bénéfices ne peut être imposée que lorsque le concessionnaire est une société régie par la loi du 24 juillet 1867 et ayant pour objet principal l'établissement et l'exploitation de l'usine hydraulique.

Un tiers de la redevance proportionnelle est réparti par l'Etat entre les départements et les communes sur le territoire desquelles coulent les cours d'eau utilisés.

La moitié du produit de cette fraction de la redevance est attribuée aux départements ; l'autre moitié est attribuée aux communes.

La répartition est faite proportionnellement à la puissance hydraulique moyenne devenue indisponible dans les limites de chaque département et de chaque commune du fait de l'usine.

Art. 10. — Le cahier des charges détermine notamment :

1° L'objet principal de l'entreprise ;

2° Le règlement d'eau et en particulier les mesures intéressant la navigation ou le flottage, la protection contre les inondations, la salubrité publique, l'alimentation et les besoins domestiques des populations riveraines, l'irrigation, la conservation et la libre circulation du poisson, la protection des paysages, le développement du tourisme ;

3° La puissance maximum et l'évaluation de la puissance normale de la chute faisant l'objet de la concession ;

4° Le délai d'exécution des travaux ;

5° La durée de la concession, qui ne peut dépasser soixante-quinze ans, à compter de l'expiration dudit délai ;

6° Les réserves en eau et en force à prévoir, s'il y a lieu, au profit des services publics de l'Etat, ainsi qu'à celui des départements, des communes, des établissemdnts publics, ou des associations syndicales autorisées et des groupements agricoles d'utilité générale, qui seront spécifiés dans un règlement d'administration publique ; les conditions dans lesquelles ces réserves doivent être tenues à la disposition des ayants-droit, notamment : la période initiale pendant laquelle aucun préavis ne sera nécessaire, les délais de préavis après l'expiration de cette période, les travaux qui peuvent être imposés au concessionnaire pour l'utilisation de ces réserves, ainsi que les tarifs spéciaux ou les réductions sur les tarifs maxima indiqués au 9° du présent article, applicables à ces réserves.

Lorsque ces conventions ou accords sont déjà intervenus entre les demandeurs et les collectivités visées au paragraphe précédent, soit au point de vue financier, soit à celui des réserves en eau et en force, ou lorsque l'acte de concession, par application de l'article 6, accorde une réparation en nature pour le payement des droits exercés ou non, ces accords devront être enregistrés par le cahier des charges et exécutés par le concessionnaire sans qu'il y ait lieu à revision, à moins d'entente nouvelle entre les parties contractantes ;

7° La quantité d'énergie à laisser dans les départements riverains, pour être rétrocédée par les soins des conseils généraux ; la période initiale, qui ne pourra excéder l'année qui suivra la date fixée pour l'achèvement des travaux par le cahier des charges, durant laquelle cette énergie doit être tenue à la disposition du conseil général sans préavis ; les délais de préavis à l'expiration de cette période ; le délai qui ne pourra excéder la fin de la cinquième année qui suivra la date fixée pour l'achèvement des travaux par le cahier des charges, à partir duquel le concessionnaire reprendra sa liberté pour les quantités non utilisées, à l'exception, toutefois, d'une fraction fixée par le cahier des charges et qui restera, à toute époque, à la disposition des départements, et, enfin, les tarifs de cession aux conseils généraux, qui ne pourront être inférieurs au prix de revient.

La totalité des réserves en force prévue à l'ensemble du présent paragraphe 6° ne pourra priver l'usine de plus du quart de l'énergie dont elle dispose aux divers états du cours d'eau ;

8° Les conditions financières de la concession et notamment :

a) Le minimum au-dessous duquel la redevance proportionnelle au nombre de kilowatts-heure produits ne peut descendre et les conditions dans lesquelles elle devra être révisée, tous les cinq ans, après une période initiale de dix ans ;

b) En cas de redevance proportionnelle aux dividendes ou aux bénéfices répartis et lorsque le concessionnaire est une société régie par la loi du 24 juillet 1867 et ayant pour objet principal l'établissement et l'exploitation de l'usine hydraulique, le capital initial auquel est constituée la société, ainsi que les conditions dans lesquelles doivent être soumises à l'approbation de l'administration les augmentations ultérieures de ce capital, les conditions financières de la participation de l'Etat aux bénéfices annuels de l'entreprise ; le taux de l'intérêt moyen annuel alloué au capital investi, non remboursé, à partir duquel l'Etat entre en participation ; le mode de calcul de cette participation ; l'échelle progressive d'après laquelle est calculée la part revenant à l'Etat ; les conditions dans lesquelles l'Etat viendra au partage de l'actif net et après remboursement du capital en cas de liquidation ou à l'expiration de la concession, ces conditions devant être déterminées de telle façon que la part ainsi attribuée à l'Etat, soit, autant que possible, équivalente à l'ensemble des sommes qui lui eussent été annuellement versées si les bénéfices disponibles avaient été intégralement distribués ;

c) Le montant des actions d'apport entièrement libérées, qui pourront être attribuées à l'Etat en quantités variables notamment selon la classification du cours d'eau dont dépend la chute concédée, la puissance et la destination de l'usine ;

d) Lorsque l'Etat contribuera, sous forme d'avance, à l'aménagement de la chute d'eau dans les conditions prévues à l'article 7, le montant des obligations qui pourront lui être attribuées en proportion de sa contribution ;

e) Lorsque l'Etat contribuera, sous forme de subvention, à l'aménagement de la chute dans les conditions prévues à l'article 7, le montant des actions de second rang (dites ordinaires) qui pourront lui être attribuées en proportion de sa contribution ;

f) Lorsque l'Etat souscrira une partie du capital social, le montant des actions de premier rang (dites privilégiées) qui lui seront remises en représentation de sa participation ;

g) Dans tous les cas où l'Etat contribuera financièrement à l'entreprise, le nombre des représentants au conseil d'administration qu'il pourra exiger.

Il sera stipulé dans l'acte de concession que, s'il était ultérieurement établi, à la charge des usines hydrauliques, un impôt spécial instituant une redevance proportionnelle aux kilowatts-heure produits ou aux dividendes et bénéfices répartis, les sommes dues à l'Etat au titre des redevances contractuelles résultant des dispositions de l'article 9 et de celles qui précèdent seraient réduites du montant de cet impôt ;

9° S'il y a lieu, les tarifs maxima de l'entreprise ;

10° Les mesures nécessaires pour que, en cas de non-renouvellement de la concession, les travaux et aménagements nécessaires à la bonne marche et au développement de la future exploitation soient néanmoins entrepris et conduits, jusqu'au terme de la concession, dans l'intérêt bien entendu de l'entreprise et spécialement les règles d'imputation et d'amortissement des travaux de premier établissement qui, avec l'approbation de l'administration, seraient exécutés par le concessionnaire pendant les dix dernières années de la concession, le mode de participation de l'Etat à cet amortissement, les conditions administratives et financières dans lesquelles, pendant les cinq dernières années de la concession, le concessionnaire peut être astreint par l'Etat à exécuter des travaux jugés nécessaires à la future exploitation : le mode de payement par l'Etat de ces travaux ;

11° Les terrains, bâtiments, ouvrages, machines et engins de toute nature constituant les dépendances immobilières de la concession et qui, à ce titre, doivent faire gratuitement retour à l'Etat en fin de concession, francs et quittes de tous privilèges, hypothèques et autres droits réels ;

12° Les conditions dans lesquelles, en fin de concession, l'Etat peut reprendre, à dire d'experts, le surplus de l'outillage ;

13° S'il y a lieu, les conditions dans lesquelles peut s'exercer la faculté de rachat après l'expiration d'un délai qui ne doit pas être inférieur à cinqans, ni supérieur à vingt-cinq ans, à compter de la date fixée pour l'achèvement des travaux, ainsi que le règlement des sommes qui seraient dues par le concessionnaire pour la mise en bon état d'entretien des ouvrages constituant les dépendances immobilières de la concession et qui seront prélevées, le cas échéant, sur l'indemnité de rachat ;

14° Les conditions et les formes dans lesquelles la déchéance peut être prononcée pour inobservation des obligations imposées au concessionnaire ;

15° Les conditions dans lesquelles, en cas de rachat ou de déchéance, l'Etat est substitué à tous droits et obligations du concessionnaire ;

16° Le cautionnement ou les garanties qui peuvent être exigées ;

17° Le montant des frais de contrôle qui sont supportés par le concessionnaire.

Le dixième du produit de ces taxes et redevances sera inscrit au budget du ministère de l'agriculture, en vue de travaux tels que barrages, travaux de restauration et de reboisement destinés à conserver et à améliorer le débit des cours d'eau.

Art. 11. — Le concessionnaire peut être tenu de se substituer, dans un délai à fixer par le cahier des charges, une société anonyme. La substitution est approuvée par un décret rendu en Conseil d'Etat.

Art. 12. — Toute cession totale ou partielle de concession, tout changement de concessionnaire, ne peut avoir lieu qu'après approbation donnée par décret en Conseil d'Etat.

Art. 13. — Dix ans au moins avant l'expiration de la concession, l'administration doit notifier au concessionnaire si elle entend ou non lui renouveler sa concession. A défaut par l'administration d'avoir, avant cette date, notifié ses intentions au concessionnaire, la concession est renouvelée de plein droit aux conditions antérieures, mais pour une période de trente années seulement.

Les dispositions contenues dans le paragraphe précédent sont applicables avec les mêmes délais aux concessions renouvelées par tacite reconduction par période de trente années. S'il n'a pas été institué de concession nouvelle cinq ans au moins avant l'expiration de la concession, celle-ci se trouve renouvelée de plein droit aux conditions antérieures, mais pour une période de trente années seulement.

Le concessionnaire actuel aura un droit de préférence s'il accepte les conditions du nouveau cahier des charges définitif.

Art. 14. — Sont publiés au *Journal officiel*, dans le délai d'un mois, à compter de la date de l'acte approbatif, tous les actes de concession et, dans la première quinzaine de chaque trimestre, un état détaillé des subventions et des avances accordées pendant le trimestre précédent.

TITRE III

Entreprises autorisées.

Art. 15. — Les entreprises autorisées sont régies par les lois et règlements en vigueur, sous réserve des modifications prévues par la présente loi.

Art. 16. — Les autorisations sont accordées par arrêté préfectoral, quel que soit le classement du cours d'eau. Toutefois, sur les canaux de navigation ou les rivières canalisées, elles sont accordées par décret lorsque leur durée excède cinq ans.

Elles ne doivent pas avoir une durée supérieure à soixante-quinze ans. Elles ne font pas obstacle à l'octroi de concessions nouvelles, ni à l'application des articles 4 et 6. A toute époque, elles peuvent être révoquées ou modifiées sans indemnité dans les cas prévus par les lois en vigueur sur le régime des eaux.

Dans les cinq ans qui précèdent leur expiration, elles peuvent être renouvelées pour une durée de trente années. Un droit de préférence appartient au permissionnaire dont le titre vient à échéance.

Le renouvellement s'opère de plein droit pour ladite durée de trente ans si l'administration ne notifie pas de décision contraire avant le commencement de la dernière année.

Si l'autorisation n'est pas renouvelée, le permissionnaire est tenu de rétablir le libre écoulement du cours d'eau ; toutefois, l'Etat a la faculté d'exiger l'abandon à son profit, des ouvrages de barrages et de prise d'eau, édifiés dans le lit du cours d'eau et sur ses berges, le tout avec indemnité.

Le permissionnaire est assujetti au payement de la taxe dont le taux et le mode de recouvrement sont réglés

par les articles 8 et 22, sans préjudice, en ce qui concerne les entreprises établies sur les cours d'eau du domaine public, des redevances domaniales qui seraient fixées par l'acte d'autorisation conformément à la réglementation actuellement existante.

Toute cession totale ou partielle d'autorisation, tout changement de permission doit, pour être valable, être notifié au préfet qui, dans les deux mois de cette notification, devra en donner acte ou signifier son refus motivé. Cette disposition ne s'applique pas aux ventes en justice.

Art. 17. — Les entreprises autorisées peuvent, à toute époque, par un accord entre l'Etat et le permissionnaire, être placées sous le régime de la concession.

Elles le seront obligatoirement lorsque, à raison d'une augmentation de puissance ou du changement de leur objet principal, elles viendront à rentrer dans la catégorie de celles classées comme concessibles aux termes de l'article 2.

TITRE IV

Entreprises antérieurement autorisées ou concédées.

Art. 18. — Les entreprises autorisées à la date de la promulgation de la présente loi demeurent, pendant soixante-quinze ans, à compter de la même date, soumises au régime qui leur était antérieurement applicable avec payement du droit de statistique, mais non de la redevance, s'il est légalement établi une redevance générale sur toutes les usines hydrauliques, à moins qu'au cours de cette période, ces entreprises ne passent sous le régime de la concession par un accord entre l'Etat et le permissionnaire et sous réserve de leur suppression qui demeure possible dans les conditions prévues par les lois en vigueur sur le régime des eaux.

Ces entreprises, suivant qu'elles sont ou non réputées concessibles aux termes de l'article 2, sont, à l'expiration du régime provisoire prévu au paragraphe précédent et au point de vue des délais de préavis, du droit de préférence et de leurs conséquences, soumises respectivement aux dispositions des articles 13 et 16. Dans le cas où l'administration négligerait l'accomplissement des formalités prévues auxdits articles, le régime provisoire sous lequel elles sont placées continuerait à leur être applicable, mais pendant trente années seulement.

A l'expiration de la période de soixante-quinze ans, les entreprises visées au paragraphe précédent sont assimilées aux entreprises arrivant en fin de concession ou d'autorisation sous réserve des dispositions ci-après :

Les terrains et tous les immeubles par nature ou par destination constituant l'aménagement de la force hydraulique, y compris les machines hydrauliques et les bâtiments ou parties de bâtiments suffisants pour abriter ces machines, deviennent propriété de l'Etat. Cette transmission s'effectue moyennant une indemnité fixée par la juridiction civile, qui ne peut dépasser, en cas de concession, le quart de la valeur vénale estimée à cette époque, à dire d'experts, des terrains, immeubles, machines et bâtiments précités revenant à l'Etat. Toutefois, aucune indemnité n'est allouée pour la partie des biens établis sur le domaine public, ni lorsque l'entreprise fait l'objet, au profit du permissionnaire, dont le titre vient à échéance, d'une autorisation nouvelle ou d'une concession.

L'Etat peut également racheter, à dire d'experts, le surplus de l'outillage.

Celles des entreprises susvisées qui n'auraient pas commencé la construction de leurs ouvrages à la date du 1er août 1917 et seraient classées concessibles aux termes de l'article 2 peuvent, pendant cinq ans, à compter de cette date, être obligatoirement placées sous le régime de la concession, à défaut d'accord sur les stipulations de l'acte de concession ; l'Etat aura la faculté de retirer l'autorisation et de se substituer au droit du permissionnaire, moyennant une indemnité qui sera fixée par la juridiction civile et ne pourra dépasser le montant des dépenses utilement faites et dûment justifiées.

En aucun cas, le maintien des autorisations antérieures ne peut faire obstacle à l'octroi de concessions nouvelles ni à l'application des dispositions des articles 4 et 6.

Les dispositions des paragraphes 1er, 2, 3 et 4 du présent article ne sont pas applicables aux entreprises dont la puissance maximum ne dépasse pas 150 kilowatts ; ces entreprises demeurent autorisées conformément à leur titre actuel et sans autre limitation de durée que celle résultant de la possibilité de leur suppression dans les conditions prévues par les lois en vigueur sur le régime des eaux.

Art. 19. — Les exploitants, propriétaires ou locataires d'entreprises autorisées ou concédées à la date de la promulgation de la présente loi sont assujettis au payement de la taxe dont le taux et le mode de payement sont réglés par les articles 8 et 22.

Ils sont exonérés des redevances proportionnelles prévues à l'article 9, à moins qu'ultérieurement ne soit établi légalement sur toutes les usines hydrauliques un impôt spécial établissant une redevance proportionnelle aux kilowatts-heure produits ou aux dividendes et bénéfices répartis.

Dans le cas d'une entreprise réputée concessible et dont le permissionnaire ne serait pas conservé comme concessionnaire et pour que les aménagements nouveaux nécessaires à l'intérêt bien entendu de l'entreprise et à son avenir soient néanmoins exécutés, le permissionnaire pourra, dans les dix dernières années du régime provisoire, solliciter la participation de l'Etat.

Un contrat spécial déterminera la nature, l'importance et le coût des travaux, le mode de participation de l'Etat à ces derniers, les règles d'imputation et d'amortissement du montant des aménagements nouveaux.

Dans les cinq années qui précèdent la fin du régime provisoire, le permissionnaire pourra être astreint par l'Etat à exécuter les travaux et aménagements que ce dernier jugera nécessaires à la bonne marche et au développement de la future exploitation.

Dans ce cas, il appartiendra à l'Etat seul d'en régler le montant.

TITRE V

Dispositions générales.

Art. 20. — Les propriétaires d'usines et de terrains qui auraient profité directement des améliorations de régime des cours d'eau résultant de l'exécution de travaux par l'Etat, les départements, les communes ou leurs concessionnaires, à l'exception des arrosants qui avaient des droits antérieurs à la présente loi, pourront être tenus de payer des indemnités de plus-value qui seront réglées par le conseil de préfecture, sauf recours au Conseil d'Etat.

Les actions ou indemnités de plus-value ne peuvent être exercées qu'en vertu d'une autorisation préalable accordée par décret rendu en Conseil d'Etat.

Le décret peut décider que les indemnités seront payables par annuités en tenant compte chaque année de l'utilisation effective du supplément d'eau ou de force motrice résultant des travaux.

Art. 21. — Les droits résultant du contrat de concession ou de l'arrêté d'autorisation d'aménagement des forces hydrauliques sont susceptibles d'hypothèques.

Art. 22. — Le recouvrement des taxes et redevances au profit de l'Etat sera opéré d'après les règles en vigueur pour le recouvrement des produits et revenus domaniaux.

Les privilèges établis pour le recouvrement des contributions directes par la loi du 12 novembre 1808 au profit du Trésor public s'étendent aux taxes et redevances susvisées.

Art. 23. — L'Etat ainsi que les départements et les communes à qui des concessions seraient accordées ou attribuées peuvent exploiter directement l'énergie des cours d'eau.

Les départements, communes ou syndicats de communes et les établissements publics qui voudront participer financièrement à l'établissement d'usines hydrauliques auront les mêmes droits que l'Etat en ce qui concerne l'application de l'article 7 et des paragraphes *d*, *e*, *f* et *g* du 8° de l'article 10 ; mais les engagements qu'ils seront appelés à contracter de ce chef devront être préalablement approuvés par décision concertée du ministre de l'intérieur et du ministre chargé des forces hydrauliques.

Art. 24. — Les décrets approuvant des actes de concession ou accordant des autorisations, ainsi que les arrêtés d'autorisations, doivent être rendus ou le refus signifié aux pétitionnaires dans le délai maximum de six mois pour les autorisations et d'un an pour les concessions, à compter du dépôt de la demande et du dossier constitué ainsi qu'il sera spécifié par le règlement d'administration publique prévu par l'article 28, paragraphe 4.

Les ministres, dont l'avis est exigé par la loi ou par les règlements d'administration publique, doivent fournir leur réponse dans le délai de trois mois à partir de la date à laquelle cet avis leur est demandé ; passé ce délai, ils sont considérés comme acquiesçant sans observations aux propositions formulées.

Art. 25. — Les litiges dans lesquels l'Etat serait engagé par l'application de la présente loi peuvent être soumis à l'arbitrage tel qu'il est réglé par le livre III du code de procédure civile.

Le recours à cette procédure doit être autorisé par un décret délibéré en conseil des ministres et contresigné par le ministre compétent et par le ministre des finances.

Art. 26. — Aucune concession ou autorisation ne peut être accordée, aucune cession ou transmission de concession ou d'autorisation ne peut être faite qu'aux seuls Français.

Si le concessionnaire ou le permissionnaire est une société, celle-ci doit avoir son siège social en France et être régie par des lois françaises. Le président du Conseil d'administration, les administrateurs délégués, les gérants, les directeurs ayant la signature sociale, les commissaires aux comptes et les deux tiers soit des associés en nom collectif, soit des administrateurs, soit des membres du conseil de direction ou du conseil de surveillance doivent être Français.

Il ne peut être exceptionnellement dérogé aux règles qui précèdent que par décret délibéré en conseil des ministres et contresigné par le président du conseil, le ministre des travaux publics et celui des affaires étrangères.

Art. 27. — La dérivation à l'étranger de l'énergie électrique produite en France par des entreprises hydrauliques est interdite sous réserve des traités internationaux.

Par exception, un décret en Conseil d'Etat, contresigné par le ministre des travaux publics et celui des affaires étrangères, peut autoriser pour une durée de vingt ans au maximum, mais renouvelable, le transport de la force électrique à l'étranger.

Art. 28. — Des règlements d'administration publique détermineront les conditions de l'application de la présente loi et fixeront notamment :

1° Les conditions dans lesquelles les propriétaires seront tenus de laisser faire sur leur propriété tous travaux de mensuration ou de nivellement ;

2° Le modèle du règlement d'eau pour les entreprises autorisées ;

3° Le texte des cahiers des charges types des entreprises concédées ;

4° La forme des demandes ainsi que les documents justificatifs et les plans qui doivent y être annexés ;

5° La forme de l'instruction des projets et de leur approbation ;

6° La forme des différentes enquêtes relatives à l'autorisation ou à la concession des entreprises et à l'établissement des servitudes prévues par la loi. Ces enquêtes doivent abligatoirement comprendre, en cas de concession, la consultation des conseils généraux des départements sur lesqnels s'étend le périmètre de la concession ou des commissions départementales à qui délégation, soit générale, soit spéciale, pourra être conférée à cet effet ;

Le délai dans lequel ces assemblées doivent formuler leur avis ;

7° L'étendue et les conditions d'exercice du contrôle technique et financier auquel les concesskons sont soumises ;

8° Les conditions dans lesquelles il est pris acte dans la loi ou le décret approuvant la concession des accords qui seraient intervenus avec les départements, les communes et les collectivités visées au paragraphe 6 de l'article 10 et notamment pour régler, le cas échéant, la participation du concessionnaire au réempoissonnement des rivières, à la reconstitution des massffs forestiers ou à l'amélioration du régime général des eaux ;

9° Les conditions administratives et financières auxquelles est soumise l'exploitation directe de l'énergie des cours d'eau par l'Etat, les départements et les communes ;

10° Les conditions dans lesquelles soit dans les cas d'exploitation directe par l'Etat, les départements et les communes, soit dans les entreprises privées, devra être organisée la participation du personnel aux bénéfices et à la gestion dans le cadre de la loi du 26 avril 1917 ;

11° Les mesures nécessaires pour assurer, en conformité de l'article 26, la prépondérance effective aux intérêts français dans l'administration des sociétés ;

12° La forme et le fonctionnement des ententes que l'administration pourra imposer, sous sa direction, et, le cas échéant, avec son concours financier dans les conditions fixées par les articles 7 et 10 de la présente loi aux divers concessionnaires ou permissionnaires établis sur les cours d'eau d'une même vallée ou d'un même bassin :

a) Pour l'exécution des travaux d'intérêt collectif tels que lignes de jonction des diverses usines, lignes de transport dans les départements voisins, aménagement des réserves d'eau pour régulariser le régime de la rivière, enlèvement des graviers et des apports, etc. ;

b) Pour l'exploitation des installations ainsi faites, le tout en vue de l'échange, de la répartition du transport et de la meilleure utilisation de l'énergie ;

c) Pour la fourniture aux agglomérations rurales de la quantité d'eau nécessaire à leur alimentation.

Les ententes devront toujours être administrées par un conseil composé d'une part de représentants de l'Etat et des collectivités riveraines désignées par l'autorité concédante et, d'autre part, d'un nombre égal de représentants nommés par les divers concessionnaires ou permissionnaires de la vallée ou du bassin.

Le président sera désigné par l'autorité concédante parmi les représentants de l'Etat ; sa voix sera prépondérante en cas de partage égal des voix.

Art. 29. — Les usines ayant une existence légale ainsi que celles qui font partie intégrante d entreprises déclarées

d'utilité publique et pour lesquelles un règlement spécial sera arrêté par un décret rendu en Conseil d'Etat, ne sont pas soumises aux dispositions des titres I et V de la présente loi. Toutefois, elles supportent la taxe dont le taux et le mode de recouvrement sont réglés par les articles 8 et 22.

Les usines qui font partie intégrante d'entreprises déclarées d'utilité publique pourront bénéficier des dispositions des articles 4 et 6.

Art. 30. — Le ministre des travaux publics connaît de toutes les questions relatives à l'aménagement et à l'utilisation de l'énergie hydraulique. Il prend, dans la limite de ses attributions, toutes les décisions et ordonne toutes les mesures d'exécution nécessaires à l'application de la présente loi. Il est chargé en particulier d'assurer :

La préparation des règlements d'administration publique pris par application de la loi ;

L'exécution, d'accord avec le ministre de l'agriculture, des études utiles au développement de l'emploi de l'énergie hydraulique ainsi que la centralisation et, lorsqu'il y a lieu, la publication de tous les renseignements concernant l'aménagement et l'utilisation de cette énergie ,

L'établissement, d'accord avec le ministre de l'agriculture pour les cours d'eau qui ne font pas partie du domaine public, des plans généraux d'aménagement des eaux par vallées et par bassins dont il doit être tenu compte pour l'institution des concessions et des autorisations ainsi que pour le développement de l'agriculture et pour la lutte contre les inondations ;

L'instruction des demandes en concession et en autorisation, en cession de concession ou d'autorisation, d'élaboration des conventions et des cahiers des charges, la présentation des projets de loi ou de décret approuvant une concession ou une autorisation ainsi que tous les autres, pris en exécution de la présente loi ;

La gestion des usines qui seraient exploitées directement par l'Etat, l'exercice du contrôle de l'Etat sur les usines concédées ou autorisées ainsi que sur celles ayant une existence légale, l'exacte application du cahier des charges et spécialement des règlements d'eau, la préparation et l'exécution des mesures relatives à la délivrance des concessions et au retrait des autorisations.

Pour les usines à établir par un autre département ministériel comme annexe à une entreprise reconnue d'utilité publique, la loi ou le décret de concession devra être contresignée par le ministre des travaux publics et le ministre compétent et, sur les cours d'eau qui ne font pas partie du domaine public, par le ministre de l'agriculture.

Les fonctionnaires et agents des services hydrauliques locaux du ministère de l'agriculture sont placés, pour toutes les questions concernant l'aménagement de l'énergie hydraulique et notamment pour l'instruction des demandes en concession ainsi que pour le contrôle de ces entreprises, sous l'autorité du ministre des travaux publics.

Art. 31. — Il est créé auprès du ministre des travaux publics un comité consultatif comprenant 7 députés et 5 sénateurs élus respectivement par les assemblées dont ils font partie et, en nombre égal, des représentants des industries aménageant ou utilisant l'énergie hydraulique, de l'agriculture, de la navigation et du tourisme, ainsi que de la protection des sites, paysages et monuments naturels d'une part, des administrations publiques d'autre part, savoir :

1° 8 représentants professionnels des grandes industries aménageant ou utilisant les forces hydrauliques, 8 représentants professionnels de l'agriculture, 2 membres des chambres de commerce, 2 représentants de la navigation intérieure et 2 représentants des associations de tourisme et de protection des sites, paysages et monuments naturels ;

2° 1 conseiller d'Etat, 1 jurisconsulte, 6 représentants de l'administration des travaux publics, 6 de l'agriculture, 2 des finances, 2 du commerce et de l'industrie, 1 de la guerre, 1 des postes et télégraphes, 1 de l'intérieur et 1 des beaux-arts. Jusqu'à la cessation des hostilités, le représentant du ministère de la guerre et un des représentants du ministère de l'agriculture seront remplacés par deux représentants du ministère de la reconstitution industrielle

Les membres du comité consultatif sont nommés par décret rendu sur la proposition du ministre des travaux publics après avis :

1° Pour les représentants des administrations publiques, des ministres intéressés ;

2° Pour les représentants professionnels de l'industrie hydraulique et des chambres de commerce, du ministre du commerce et de l'industrie ;

3° Pour les représentants professionnels de l'agriculture, du ministre de l'agriculture.

En ce qui concerne les représentants administratifs et professionnels de l'agriculture, l'avis du ministre de l'agriculture doit être conforme.

Le conseiller d'Etat qui est désigné d'accord entre les ministres des travaux publics et de l'agriculture est de droit président du comité ; un vice-président, choisi parmi les membres du comité, est nommé par le ministre des travaux publics, après entente avec son collègue de l'agriculture.

Le comité consultatif donne son avis sur toutes les questions dont il est saisi par le ministre des travaux publics.

Les cahiers des charges types, les projets de règlements d'administration publique nécessaires à l'exécution de la présente loi, les plans généraux d'aménagement des eaux, les projets de loi ou de décret approuvant une concession ou accordant une autorisation, ainsi que tous les autres actes pris en exécution de la loi sont obligatoirement soumis au comité.

L'exploitation d'une usine par l'Etat en régie directe ou intéressée ne peut être décidée qu'après avis conforme du comité. Il est institué auprès du comité consultatif un secrétariat comportant des rapporteurs adjoints et dans le sein du comité une section permanente pour l'expédition des affaires courantes ainsi que celles pour lesquelles délégation lui est donnée par le comité. La section permanente est présidée par le conseiller d'Etat, président du comité. La répartition des affaires entre le comité et la section permanente est fixée par un arrêté du ministre des travaux publics.

Un règlement d'administration publique déterminera les conditions d'application du présent article, notamment les conditions de fonctionnement du comité et de la section permanente ainsi que la composition de cette section qui devra comprendre sept membres.

Art. 32. — Les décrets portant règlement d'administration publique, les décrets approuvant une concession ou accordant une autorisation, ainsi que tous les autres pris en application de la présente loi, seront rendus sur le rapport et le contre-seing du ministre des travaux publics. Les décrets portant règlement d'administration publique et les décrets approuvant une concession sur les cours d'eau ne faisant pas partie du domaine public seront, en outre, contresignés par le ministre de l'agriculture.

Les décrets qui approuvent une concession comportant une subvention ou une avance de l'Etat seront, de plus, contresignés par le ministre des finances.

Sur les cours d'eau ne faisant pas partie du domaine public, les autorisations seront accordées par les préfets sous l'autorité du ministre de l'agriculture, en se conformant au plan d'aménagement et après qu'ils auront avisé le ministre de l'agriculture et le ministre des travaux publics.

TITRE VII

Art. 33. — Sont abrogées toutes les dispositions contraires à la présente loi.

La présente loi, délibérée et adoptée par le Sénat et par la Chambre des députés sera exécutée comme loi de l'Etat

Fait à Paris, le 16 octobre 1919.

R. POINCARÉ.

TRIBUNE DES ABONNÉS

*Nous rappelons que l'*Electricien *publie gracieusement les demandes de* renseignements, de conseils, *les* problèmes techniques, *etc., posés par tous ses abonnés. Il fait ensuite appel à tous ceux de ses lecteurs qui sont en mesure de répondre aux questions posées en les priant de vouloir bien adresser aux bureaux de la Rédaction, 47-49, quai des Grands-Augustins, les réponses qu'ils jugeront utiles de faire.*

QUESTIONS

N° 39. — Il y a tous les ans, à Paris, quantités d'expositions spéciales dites *salons* : automobile, aviation, motoculture, horticulture, peinture, concours Lépine, etc., etc.

Pourquoi n'y aurait-il pas un salon spécial de *l'électricité* ?

S'il était organisé avec une section rétrospective, et avec des salles de démonstration pour les appareils modernes, je suis persuadé qu'il aurait un grand succès.

A côté de l'utilité commerciale, il y aurait un grand intérêt de propagande scientifique et industrielle.

Ce salon aurait au moins autant de visiteurs que les plus courus des salons actuels. Toutes les familles voudraient le visiter et revisiter, et je crois que les écoles professionnelles d'électrotechnique lui devraient plus tard un grand nombre d'élèves.

Quels sont les avis des abonnés de l'électricien ? Quelques-uns ont-ils déjà fait des projets sur cette question ? Qui groupera les bonnes volontés et coordinera les efforts ?

F. Gibon, 4, rue de Beaune, Paris.

N° 40. — Dans quel manuel pourrais-je trouver des indications simples permettant de calculer les éléments de bobines de *réactance* pouvant servir de rhéostats pour le courant alternatif.

A titre d'exemple, comment dimensionner une bobine de *réactance* qui pourrait régler un arc de 10 ampères sur du courant alternatif 110 volts, 42 périodes ?

Quelle est la longueur du fil qu'il faudrait enrouler autour des noyaux de fer pour obtenir une réactance d'environ 6 ohms :

1° Sur une barre de fer droite ?

2° Sur un fer à cheval, avec armature formant circuit magnétique fermé d'une section de 10 cmq et d'une longueur totale de 40 cm ?

F. M.

N° 41.— Abonné au journal l'*Electricien*, j'ai l'honneur de vous demander quelques renseignements sur l'application de l'impôt sur le revenu en ce qui concerne mon usine électrique ; je désirerais connaître les coefficients minimum et maximum que l'Administration peut appliquer sur le revenu brut.

Je n'ai pas de comptabilité et ne peux par suite fournir à l'Administration le revenu net ou plus exactement le déficit qu'accuserait une comptabilité régulière.

J'ai engagé 250.000 francs de capitaux dans cette entreprise et les recettes brutes se sont élevées pour 1918 à 17.700 francs.

Si l'on compte l'intérêt du capital engagé à

6 %	15.000 fr.
amortissement à 10 %	25.000 fr.
	40.000 fr.
Cela donne un déficit de	22.300 fr.

L'Administration m'applique le coefficient de 10 % sur 17.700 francs, soit 1.770 fr.

Je serais donc fondé à réclamer le coefficient minimum sinon la déduction totale de ce revenu.

Vous m'obligeriez en me donnant quelques renseignements à ce sujet et les taux qui sont appliqués dans des entreprises similaires.

M. A. E.

N° 42. — Les villes de Les Mureaux et Poissy ont-elles une distribution d'électricité pour force motrice, et quelle forme de courant ?

E. M.

N° 43. — Quelle est la grosseur du fil ou du câble qui serait nécessaire pour alimenter, en courant continu, environ 60 lampes de 25 bougies, à un groupe d'habitations situées à 1.200 mètres de la génératrice. Quelle perte en ligne faut-il admettre pour rester dans les limites d'une section économique ?

F. L.

N° 43. — Comment peut-on déterminer pratiquement le facteur de puissance (Cosinus φ) d'un moteur asynchrone (puissance 50 HP) ?

L. D.

N° 44. — On demande d'indiquer une méthode expérimentale, si possible ne nécessitant pas d'appareils spéciaux, pour déterminer approximativement le débit d'un petit cours d'eau, en vue de son utilisation pour une installation hydro-électrique.

L. D.

RÉPONSES

N° 23. — Les lampes à filament métallique *dites* 1/2 watt se fabriquent également en 25 et 32 bougies, mais à cette intensité, elles consomment environ *un watt* par bougie.

F.

N° 26. — Je pense que vous pourriez trouver les lampes que vous désirez chez M. Delaporte, « la lampe Sully », 62, rue Saint-Antoine, Paris. Cette maison a fabriqué pendant la guerre des quantités de lampes spéciales pour l'aviation, le génie.

F.

N° 27. — Vous pourriez peut-être demander aux fabricants d'alternateurs T. S. F. pour avions : Gaumont, Scheineder. En tous cas le fournisseur de tungstène pour contacts électriques est The L. P. S. Electrical Cie, 14 Howick Place Westminster à Londres (Angleterre).

F.

N° 44. — En raison de l'importance de la question de la détermination d'un facteur de puissance, l'*Electricien* publie une note sur ce sujet. (v. p. 205).

Le Gérant : L. De Soye.

35e Année. — N° 1241. 30 Novembre 1919.

L'ÉLECTRICIEN

Revue Internationale de l'Électricité & de ses applications

PARAISSANT LE 15 ET LE DERNIER JOUR DE CHAQUE MOIS

Rédacteur en Chef : Maurice SOUBRIER

ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE
PROFESSEUR ADJOINT D'ÉLECTRICITÉ INDUSTRIELLE AU CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIERS

SOMMAIRE

Une installation en mono-triphasé : Le Norfolk et Western Railway : **A. Tétrel.** — Mesure du débit des petits cours d'eau : **R. Sivoine.** — Calcul de la canalisation d'un moteur : **L. Depierris.** — Sous-stations automatiques et commande à distance : **L.-D. Fourcault.** — Comment utiliser le chauffage électrique à Paris : **R. Wolff.** — La standardisation à la commission internationale d'électrotechnique : **M. J. R.** — Le matériel à faire construire en Allemagne. — Comment obtenir du charbon allemand. — La prolongation des brevets d'invention. — Appareils et procédés nouveaux. — Enseignement pratique de l'électricité industrielle : L'école de l'Electricien. — Notre concours : **R. Sivoine.** — Tribune des abonnés. — Echos et renseignements commerciaux. — Bibliographie. — Offres et demandes d'emplois et de matériel.

L'ÉLECTRIFICATION DES CHEMINS DE FER

Une Installation en mono-triphasé.

LE NORFOLK AND WESTERN RAILWAY (Etats-Unis).

Pour mettre sous les yeux des lecteurs de l' « Electricien » *tous les éléments du problème que soulève l'électrification des chemins de fer, nous avons l'intention de faire la description des installations-type de traction électrique les plus importantes d'Europe et d'Amérique, tant au point de vue technique qu'au point de vue économique et financier. La série de ces articles a débuté, dans le numéro du 30 septembre dernier par une étude du système mono-triphasé appliqué à la ligne Bluefield-Vivian du Norfolk and Western Railway (Etats-Unis). Nous la continuerons ci-après et décrirons ultérieurement des applications des autres systèmes : courant continu haute tension, courant triphasé, courant monophasé.*

LE PROBLÈME DE L'ÉLECTRIFICATION DE NOS CHEMINS DE FER

L'étude de l'électrification des chemins de fer est une question à l'ordre du jour dans l'ancien et le nouveau continent.

Pour l'Europe, et tout particulièrement pour la France, l'intérêt principal de l'électrification partielle du réseau ferré réside dans l'économie de charbon qui résultera de la substitution de l'énergie produite par les chutes d'eau à celle de la houille consommée par les locomotives à vapeur.

La France consommait avant la guerre 60 millions de tonnes de charbon et n'en produisait que 40 millions. En estimant la tonne de charbon à 20 francs, nous étions obligés de verser à l'étranger une somme de 400 millions de francs pour les 20 millions de tonnes importées. Au taux de 100 francs la tonne, ce tribut s'élèverait aujourd'hui à 2 milliards, ce qui ne peut que contribuer à empirer notre change déjà si déprécié.

En 1913, la consommation de charbon des six grands réseaux français, y compris la grande et la petite Ceinture, a atteint 7 millions de tonnes. Cette consommation doit atteindre actuellement 10 millions de tonnes et on peut admettre, sans trop grande chance d'erreur, que dans un délai de vingt ans le trafic aura doublé; la consommation atteindrait donc 20 millions de tonnes, d'où un nouveau déficit de 10 millions de tonnes augmentant d'un nouveau milliard nos paiements annuels à l'étranger.

Une telle perspective n'a pas manqué d'attirer l'attention du gouvernement français. Le Ministère des Travaux publics et des Transports a constitué en novembre 1918 un Comité d'Etudes pour l'électrification des réseaux d'intérêt général sous la présidence de M. Cordier, président du conseil de la Société d'énergie électrique du littoral méditerranéen. Ce Comité, composé de représentants des six grands réseaux, de l'Administration et de l'Industrie, a nommé deux sous-commissions : l'une, *administrative*, présidée par M. Mussat, directeur du Contrôle du matériel roulant des grands réseaux et chargé spécialement d'examiner le programme d'électrification partielle des réseaux du P.-L.-M., du Midi et de l'Orléans, ainsi que l'organisation des usines hydro-électriques destinées à produire le courant nécessaire. L'autre sous-commission, dite *technique*, présidée par M. Monmerqué, a été chargée d'étudier les divers systèmes de traction électrique actuellement en service dans le monde entier dans le but de faire le choix, si possible, d'un mode de traction unique qui serait appliqué sur les trois réseaux considérés et permettrait à un même locomoteur de circuler sur l'ensemble des lignes électrifiées.

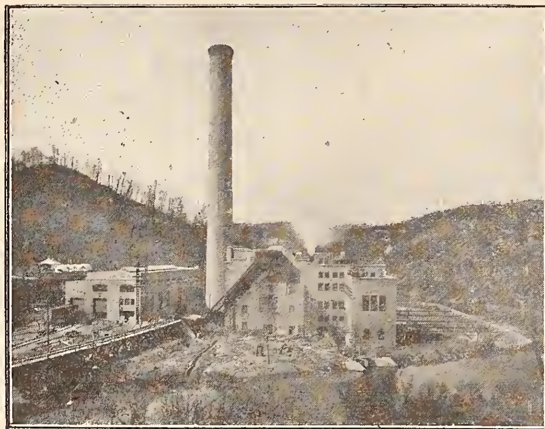


Fig. 1. — Vue de l'usine génératrice thermique de Bluestone. — Puissance installée 45.000 KVA.

Si nous laissons de côté les lignes de banlieue, le domaine réservé tout d'abord à la traction électrique est celui des lignes présentant à la fois un trafic important et un profil accidenté. Dans une première étude, les trois compagnies du Midi, de l'Orléans et du P.-L.-M. ont projeté d'électrifier 8.200 kilomètres de voies répondant à cette double condition et qui se répartissent comme suit :

Réseau du Midi, 3000 kilomètres environ.

Réseau de l'Orléans, 3000 kilomètres environ.

Réseau du P.-L.-M., 2200 kilomètres environ.

Ces 8.200 kilomètres représentent le cinquième du réseau français. On peut estimer que leur électrification économiserait, avec le trafic actuel, deux millions de tonnes de charbon représentant, aux cours pratiqués aujourd'hui, pour le combustible, la somme énorme de 2 milliards.

Afin d'étudier les divers systèmes de traction électrique en usage sur les deux continents, une première mission de techniciens, organisée par la sous-commission technique, a visité en janvier et en février 1919, les installations électriques de Suisse et d'Italie. Une seconde mission, sur l'organisation et la composition de laquelle l'*Electricien* du 15 septembre 1919 a donné quelques détails, a effectué d'avril à juillet 1919 un très intéressant voyage en Amérique où elle a recueilli les renseignements les plus complets. Ce voyage a fait l'objet d'un rapport très documenté présenté par M. Mauduit, professeur d'électrotechnique à la Faculté des Sciences de Nancy, et dont l'*Electricien* du 30 septembre et du 15 octobre dernier a donné quelques extraits. M. Mauduit conclut formellement en faveur de l'adoption du système à courant continu haute tension.

Il ne reste plus qu'à déterminer la valeur de la tension s'adaptant le mieux aux conditions du trafic des chemins de fer français qui ne sont nullement comparables à celles des chemins de fer américains. Sera-ce 1.500, 2.400, 3.000 volts ou plus?

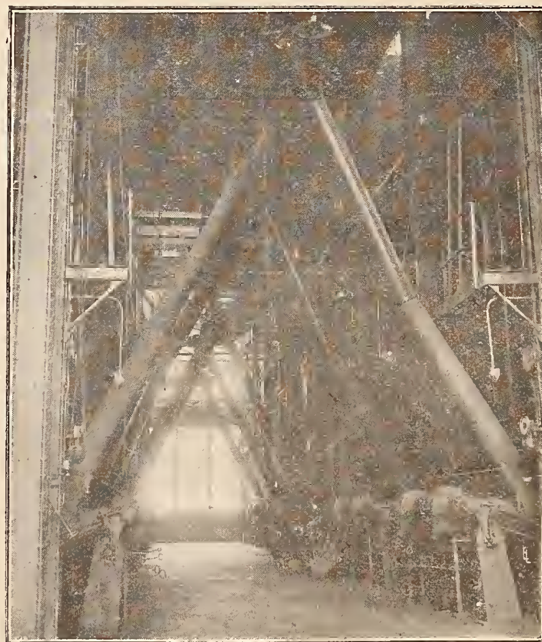


Fig. 2. — Chaufferie. — Chaudières Babcock à surchauffe, à chargeurs automatiques Westinghouse.

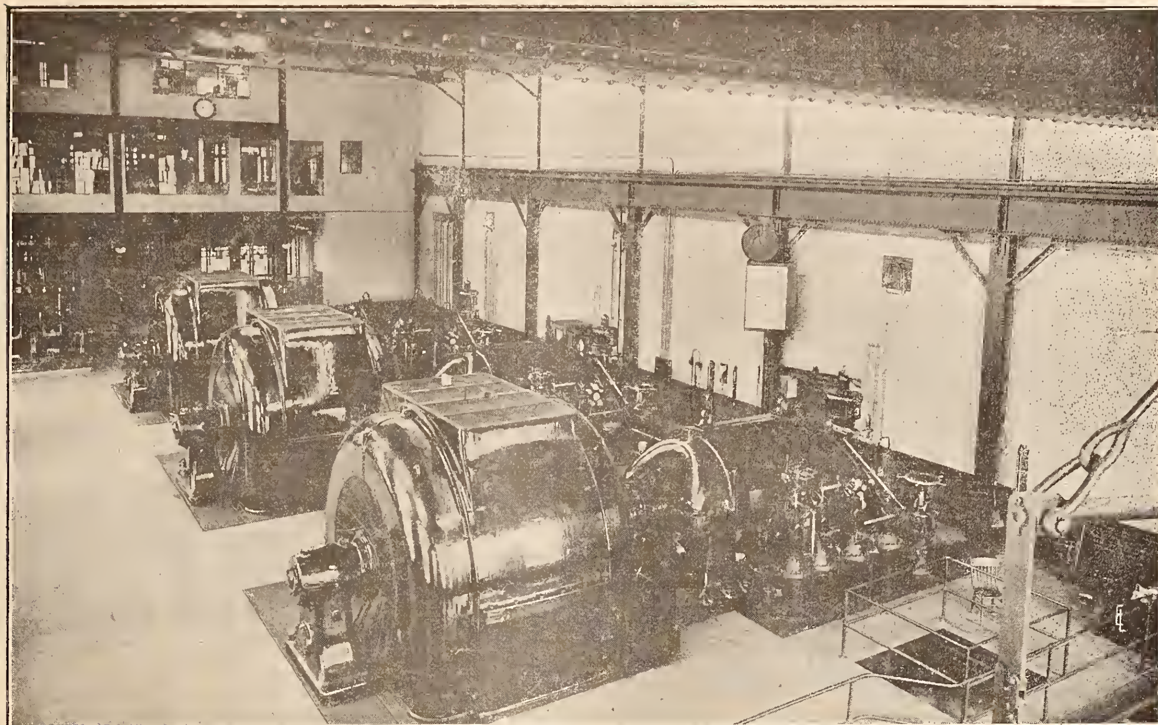


Fig. 3. — Salle des Turbo alternateurs. — Unités de 11.250 KVA, à 11.000 volts.

Une discussion fort intéressante va s'engager prochainement, si elle ne l'est déjà, sur ce point capital et les mois qui vont suivre vont faire faire un pas décisif à la question.

UNE INSTALLATION AMÉRICAINE EN MONO-TRIPHASÉ

Usine génératrice. — La station centrale de Bluestone, qui alimente les locomotives, est du type habituel avec chaudières à vapeur et turbines.

Elle est située (fig. 1) sur la rivière Bluestone, à 18 kilomètres environ à l'ouest de la ville de Bluefield. La Compagnie du Norfolk and Western ayant déjà construit en cet endroit une digue et un réservoir pour l'alimentation des locomotives à vapeur, on l'a choisi en raison de la nature de l'eau qui ailleurs serait moins appropriée à l'alimentation des chaudières et des condenseurs.

La chaufferie (fig. 2) comprend dix chaudières Babcock et Wilcox, type Stirling, ayant chacune une surface de chauffe de 629 mètres carrés et fournissant la vapeur à une pression de 14 kilos et une surchauffe de 150 °.

Le transport du charbon et l'enlèvement des cendres sont assurés mécaniquement. Les chaudières sont munies de chargeurs automatiques Westinghouse possédant une capacité suffisante pour la vaporisation de 40 kilogrammes d'eau par heure et par mètre carré de surface de chauffe. L'air nécessaire à la combustion est fourni à une pression de 15 centimètres d'eau par 3 ventilateurs, type Sturtevant, commandés par une turbine de 300 chevaux. L'alimentation est assurée par des pompes centrifuges actionnées par des turbines : l'eau traverse des réchauffeurs avant d'être refoulée aux chaudières.

Les condenseurs sont du type à jet avec turbo-pompe Leblanc et pompe de circulation.

En raison de l'état d'impureté des eaux de la rivière Bluestone, pendant certaines périodes de l'année, on a installé un réservoir de décantation. Un autre réservoir a été constitué par un barrage de la rivière. Lorsque l'eau de la rivière est claire, elle circule à travers le réservoir sur une longueur totale de 425 mètres environ ; il n'est pas alors nécessaire de lui faire traverser le réservoir de décantation.

La cheminée cylindrique de l'usine a une hauteur de 76 mètres et un diamètre de 6 mètres.

L'usine génératrice comprend quatre turbo-alternateurs de 11.250 kilovolts-ampères, avec turbines à réaction et à double courant, type Westinghouse, tournant à la vitesse de 1500 tours par minute (la photographie de la figure 3 a été prise à une époque où l'usine ne comportait encore que 3

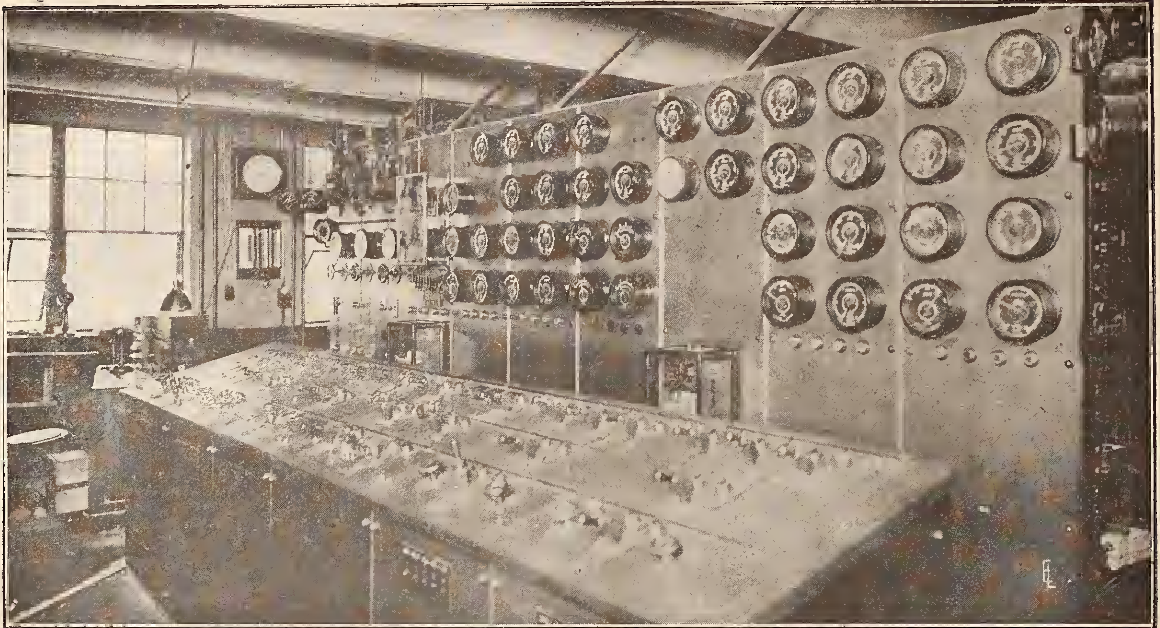


Fig. 4. — Tableau de distribution de l'usine Haute Tension de Bluestone.

groupes). Les alternateurs fournissent du courant triphasé à la tension de 11.000 volts et à la fréquence de 25 périodes par seconde. Avec un facteur de puissance égal à 0,8, ils sont capables de débiter pendant 24 heures une puissance de 10.000 kilowatts, et peuvent supporter une surcharge de 25 % pendant 5 minutes.

Les inducteurs, du type tournant bipolaire, peuvent supporter, d'une façon continue, une élévation de température de 60° C et sont capables de résister sans danger à une élévation de température de 150° C au dessus de l'ambiance.

A l'intérieur des enroulements de l'induit, étudiés pour pouvoir supporter une élévation de température de 90° C, on a disposé des couples thermo-électriques qui permettent d'enregistrer d'une manière continue les variations de température.

Le courant d'excitation est produit par deux groupes à vapeur et par un groupe convertisseur. Le voltage est maintenu constant à l'aide d'un régulateur Tirrill.

La figure 4 représente l'ensemble du tableau de distribution. Les barres à 11.000 volts sont sectionnées; sur ces barres est prélevé le courant triphasé destiné à l'alimentation des circuits auxiliaires. Les barres ont été constituées par des tubes de cuivre supportées par des isolateurs montés sur un châssis tubulaire à l'exclusion de tout cloisonnement en briques. Partout où cela a été possible, on a employé le tube de cuivre et le fil nu, le fil isolé n'étant utilisé que lorsque les conducteurs sont placés sous conduites.

On n'utilise, pour la traction, que deux phases du courant triphasé produit à 11.000 volts par les alternateurs. Le courant monophasé ainsi produit est porté à 44.000 volts au moyen de transformateurs élévateurs. La barre à 44.000 volts est divisée en sections alimentant de part et d'autre deux feeders à haute tension desservant les sous-stations.

Il existe un branchement de secours sur une centrale hydraulique voisine. Le courant fourni par cette dernière est transformé par des groupes entraînés au moyen de moteurs synchrones représentant une puissance de 6.500 K V A et placés à 11 kilomètres environ de la centrale thermique. Ces appareils servent principalement à améliorer le facteur de puissance de l'installation. Sans les moteurs synchrones le cos φ tombe en ligne à 0,5 et même à 0,3 par suite du système de traction adopté. Grâce à cette combinaison, on parvient à obtenir cos $\varphi = 0,7$ environ sur les alternateurs lorsqu'il y a 6 locomotives en service.

Rhéostats de récupération de charge. — L'énergie récupérée par les locomotives sur les pentes retourne à la station centrale, traverse les barres de départ à 11.000 volts, ainsi que les divers transformateurs, jusqu'aux barres des alternateurs.

Si, à ce moment, la charge était nulle, l'énergie récupérée pourrait faire fonctionner les alterna-

teurs en moteurs. Il a donc fallu adopter des dispositions spéciales pour protéger les alternateurs, *en cas de charge nulle ou faible*, lors du fonctionnement des locomotives en récupération. Pour cela, on a prévu deux rhéostats liquides dans lesquels l'énergie récupérée peut être absorbée ; chacun d'eux est susceptible d'absorber 2.000 kilowatts Ils sont mis en service progressivement par des interrupteurs appropriés.

La fermeture de ces interrupteurs est effectuée automatiquement au moyen d'un groupe de relais, d'interrupteurs magnétiques, de transformateurs de courant, etc., dont la combinaison permet d'obtenir les résultats suivants :

Lorsque l'énergie récupérée atteint, par exemple, 300 kilowatts, un interrupteur branche un rhéostat liquide sur les barres à 11.000 volts. De même, lorsque l'énergie récupérée dépasse la capacité d'un rhéostat liquide, soit 2.000 kilowatts un autre interrupteur branche automatiquement le second rhéostat liquide sur les barres à 11.000 volts. Comme nous sommes, par hypothèse, dans le cas d'une charge nulle ou très faible sur le réseau, il faut, pour que les alternateurs ne fonctionnent pas en moteurs, que la puissance récupérée W_a soit au plus égale à la puissance W_r absorbée par les rhéostats liquides. La différence $W_a - W_r$ est fournie par les alternateurs.

Si la puissance récupérée diminue et tombe à zéro, et qu'il y ait à ce moment un seul rhéostat en service, toute la charge absorbée par ce rhéostat est fournie par les alternateurs. Comme cette énergie serait entièrement perdue, un des relais de coupure actionne alors l'interrupteur qui coupe le rhéostat des barres à 11.000 volts.

Dans le cas où les deux rhéostats sont en service, si la puissance récupérée tombe à 2.000 kilowatts et au dessous, un des relais met un des rhéostats hors circuit. L'autre rhéostat reste en circuit jusqu'à ce que l'excédent d'énergie récupérée tombe à zéro. A ce moment, ce dernier rhéostat est mis lui-même hors circuit comme nous venons de le voir. Les rhéostats liquides de récupération sont disposés à l'extérieur du bâtiment des transformateurs de la station centrale (fig. 5). Chacun d'eux consiste en un cône en acier relié à l'interrupteur automatique et une plaque de fer disposée au fond du canal d'amenée d'eau et mise à la terre par une plaque de cuivre enfoncée dans le sol à l'extérieur de ce canal. Le cône peut être élevé ou abaissé dans l'eau au moyen d'un treuil placé sur un châssis en acier disposé au dessus du canal.

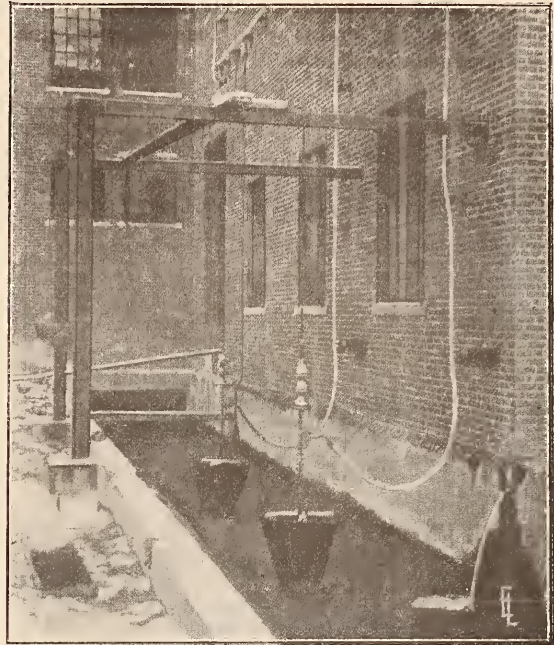


Fig. 5. — Rhéostats de récupération en charge.

Transport d'Énergie et sous-stations. — L'énergie à haute tension est transmise, sous forme de courant monophasé, à la tension de 44.000 volts et à la fréquence de 25 périodes. Sauf dans les tunnels, les fils sont supportés par les poteaux de la ligne de contact qui alimente les locomotives.

Les lignes de transmission, au nombre de deux, comprennent chacune 4 câbles de 9,26 millimètres de diamètre à 7 torons, en fil de cuivre, à forte résistance mécanique. Les poteaux supportent en outre, sur toute la longueur de la ligne, un fil de terre constitué par un fil d'acier de 9,5 millimètres.

Les isolateurs à haute tension sont du type à quadruple cloche. Ils ont un diamètre maximum de 30 centimètres et sont éprouvés successivement à 165.000 et à 120.000 volts, aux essais d'isolement à sec et à l'humidité.

La tension maxima exercée par le fil sur la tige de l'isolateur est de 1.800 kilos environ.

Les bras transversaux de tous les poteaux sont reliés au fil de terre ; ce dernier est mis à la terre, tous les quatre poteaux environ, au moyen d'un câble en cuivre connecté à une plaque de terre en cuivre.

Le courant à 44.000 volts est amené à cinq sous-stations qui, au moyen de transformateurs, abaissent la tension de 44.000 à 11.000 volts. Ces sous-stations, comportent :

Bluefield, 2 transformateurs de 3.000 KVA.
Bluestone, 2 transformateurs de 2.000 KVA.
Maybeury, 2 transformateurs de 5.000 KVA.

*

North Fork, 2 transformateurs de 3.000 KVA.
Vivian, 1 transformateur de 2.000 KVA.

Soit, pour l'ensemble des sous-stations, une puissance totale de 28.000 KVA.

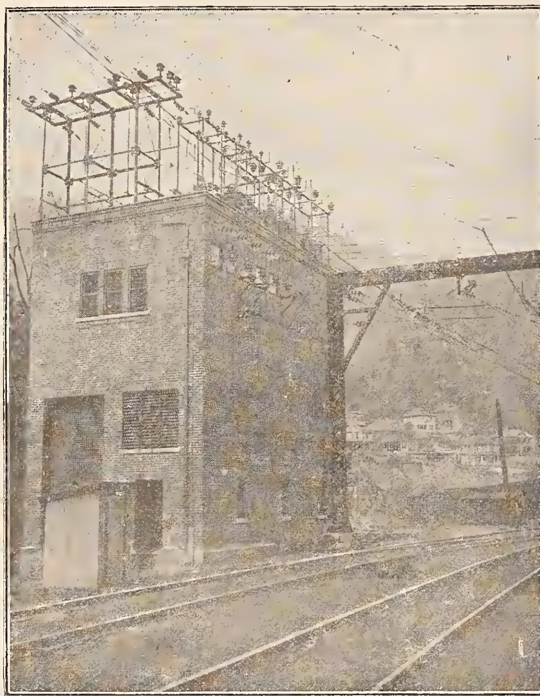


Fig. 6. — Sous-station de Maybeury (10.000 KVA 44.000/11.000 volts.)

On remarquera qu'un poste de transformation celui de Bluestone, se trouve à la Centrale même. Il semblerait pourtant qu'on aurait pu faire l'économie d'une double transformation de tension en alimentant directement le fil de contact, dans la section de la ligne voisine de l'usine génératrice, par la tension de 11.000 volts produite par les alternateurs ; mais cette alimentation directe aurait présenté pour les alternateurs de nombreux inconvénients dans le cas de court-circuits en ligne.

Les transformateurs monophasés du type Westinghouse, isolés à l'huile, sont refroidis par une circulation d'eau. Ils sont munis de thermostats qui ferment le circuit d'une cloche d'alarme dans le cas d'une élévation anormale de la température. Ils sont disposés ainsi que les appareils de manœuvre et de protection dans des bâtiments d'un type uniforme (la fig. 6 représente la sous-station de Maybeury), situés toujours à proximité d'une gare ou d'un poste d'aiguillage, exception faite pour le poste de transformation de Vivian qui est provisoirement installé en plein air. C'est donc le même personnel qui surveille à la fois la circulation des trains et le fonctionnement du matériel électrique. En particulier, c'est lui qui procède aux manœuvres en cas d'incidents (réenclanchement à distance des disjoncteurs, mise en service des transformateurs, etc.).

La protection des lignes aériennes contre les surtensions est assurée par des parafoudres électrolytiques et par des selfs sans fer.

Ligne caténaire. — Bien que de construction très simple, elle est remarquablement établie et donne d'excellents résultats.

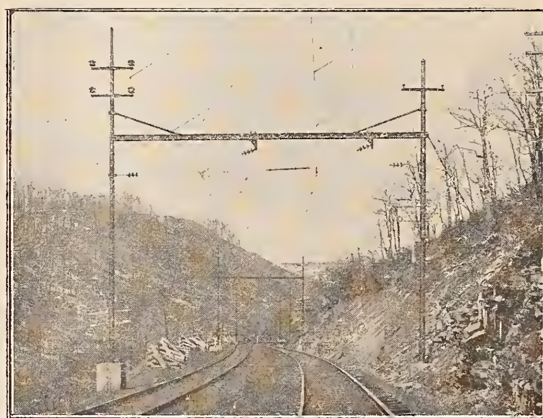


Fig. 7. — Type de suspension caténaire, voie courante

On utilise deux dispositions types de suspension de la ligne. Le long de la ligne, les fils sont suspendus à des consoles ; dans les gares, la ligne est soutenue par des fils transversaux.

La figure 7 représente un portique type utilisé en pleine voie. Ce portique consiste en deux poteaux tubulaires en acier, scellés dans des dés en béton et entretoisés par une barre d'acier transversale. Des tirants fixés à la partie supérieure des poteaux assurent la rigidité du système.

A. Tétrel,
Ingénieur électricien E. S. E. P.

L'ÉLECTRICIEN *met ses colonnes à l'entière disposition de toutes les Sociétés ou Syndicats d'ingénieurs ou de contremaîtres ; nous insérerons avec plaisir toutes les communications qui nous seront adressées par ces associations.*

NOTRE HOUILLE BLANCHE

Mesure du débit des petits cours d'eau.

Un de nos lecteurs nous ayant demandé de lui indiquer une méthode expérimentale simple pour la mesure du débit d'un petit cours d'eau, nous avons jugé la question suffisamment intéressante et d'intérêt assez général pour demander à un de nos collaborateurs l'étude complète de cette question dont nos lecteurs ne manqueront pas d'apprécier l'intérêt.

La question de la houille blanche devient si importante, à l'heure actuelle, qu'on cherche de toutes parts, en France notamment, à en tirer le plus grand profit possible : le plus petit ruisseau, la moindre cascade se voient désormais considérés au même titre que la grande rivière ou le torrent impétueux.

Pour satisfaire de nombreux lecteurs, nous consacrerons donc quelques articles pouvant leur être utiles sur cette question d'actualité.

MESURE DU DÉBIT A L'AIDE D'UN RÉCIPIENT

Si le cours d'eau est peu important, le débit peut être évalué à l'aide d'un récipient : cuve, tonneau, caisse, etc., dont on connaît exactement la capacité. Il faut procéder de manière telle que toute l'eau débitée par le cours d'eau puisse être reçue dans le récipient.

Il faut, d'autre part, évaluer le temps que met le récipient à se remplir. Dans ce but, on se sert d'une montre à secondes. Connaissant alors la capacité de l'engin employé et la durée du remplissage, rien de plus facile que d'en déduire le débit à la seconde.

Pour obtenir un résultat plus sûr, il est indispensable de répéter un bon nombre de fois l'opération, on prend ensuite la moyenne des résultats obtenus.

Pour fixer les idées, nous allons donner un exemple d'application.

Supposons qu'on emploie une cuve de capacité 80 litres et que la durée du remplissage observée soit de 8 secondes. Pour cette observation, le débit sera :

$$\frac{80}{8} = 10 \text{ litres.}$$

Supposons que l'on ait fait trois observations, ce qui est encore insuffisant, et que les durées observées soient 6 secondes, 8 secondes et 7 secondes. Le total des trois débits est : $80 \times 3 = 240$ litres et le temps total pour les trois observations : $6 + 8 + 7 = 21$ secondes.

Le débit moyen pour les trois observations est alors :

$$\frac{240}{21} = 11 \text{ litres,}4.$$

On voit qu'il est sensiblement différent du précédent pour une seule observation et que le débit réel sera d'autant plus approché qu'on fera un plus grand nombre d'observations.

MESURE DU DÉBIT A L'AIDE D'UN DÉVERSOIR OU D'UN ORIFICE OUVERT EN MINCE PAROI.

S'il s'agit d'un cours d'eau tel que le procédé qui précède ne soit pas possible, il faut avoir recours à la mesure du débit par *déversion* ou par orifice ouvert en *mince paroi.*

Voici comment on peut opérer. On choisit un emplacement convenable pour y établir un petit barrage transversal surmonté d'un déversoir. Pour cela, il faut avoir soin de choisir un endroit éloigné de tout remous, produit soit par une vanne, une écluse, un moulin ou un accident de terrain. On arrête son choix à un endroit où le courant est tranquille et bien accentué et où le cours d'eau est peu profond. Autant que possible, il devra être rectiligne sur une certaine longueur de son parcours à l'endroit dévolu.

1° *Mesure du débit à l'aide d'un déversoir.*

Le barrage peut être établi à l'aide d'une planche

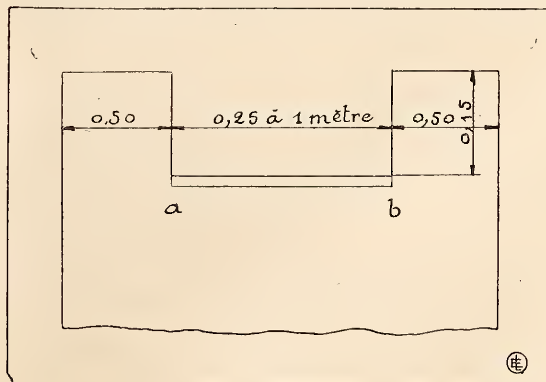


Fig. 1.

ou d'un petit mur dont la crète est terminée par une lame de tôle formant déversoir. Il faut s'assurer que tout le débit du cours d'eau passe sur la crète et qu'aucune fuite ne se produit par ailleurs. On peut se servir d'un déversoir en bois très simple, constitué de la façon suivante :

Dans une planche, peuplier ou sapin, de $0^m,30$ de largeur et de 2 centimètres et demi d'épaisseur environ, on pratique (fig. 1) une entaille rectangulaire d'environ $0^m,15$ de haut et on chanfreine à 45° l'arête *ab*. On donnera à l'entaille *ab* une longueur en rapport avec le débit, mais de façon que la lame déversante *h* (fig. 2) soit de $0^m,10$ d'épaisseur. Pour cela, on fait d'abord une entaille étroite, qu'on agrandit jusqu'à obtention de l'épaisseur $0^m,10$ de la lame d'eau.

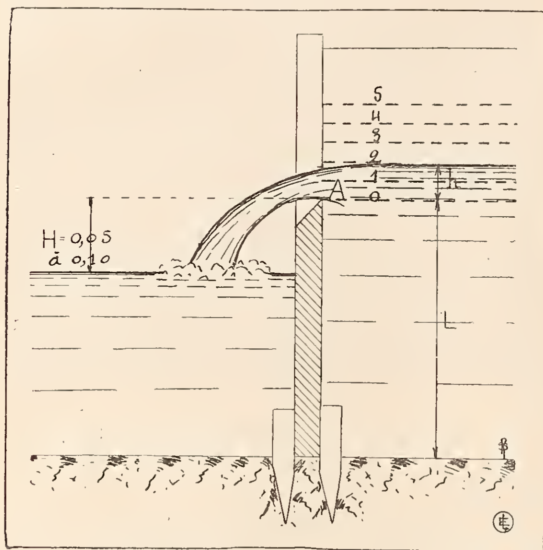


Fig. 2.

Pour mesurer cette lame, on place (fig. 2), parallèlement au courant, en amont du déversoir et adapté à ce dernier, une planche de 1 mètre de longueur environ. On aura préalablement divisé la hauteur de cette planche en centimètres (de 0 à 12, par exemple) à l'aide de traits rouges. Le bord inférieur de la planche coïncide avec l'arête du chanfrein (voir figure) du déversoir et correspond au trait 0. Le trait affleuré par la surface libre de l'eau donne alors l'épaisseur *h* de la lame d'eau, qui doit être de 10 centimètres, avons-nous dit.

Il est indispensable que l'arrête A du déversoir soit au moins à $0^m,05$ au-dessus du niveau d'aval (voir fig. H = $0^m,05$ à $0^m,10$).

Le débit est alors donné par la formule connue :

$$Q = \sqrt{2\,gh} \times l \times h \times m.$$

m est un coefficient qui varie avec la profondeur *l* du lit du ruisseau à l'endroit choisi et la valeur de *g* est 9,81. *l* est la largeur de l'entaille du déversoir.

Voici les valeurs de *m* pour quelques profondeurs, avec $h = 0^m,10$:

Profondeur l en mètres : 0,20 0,30 0,40 0,50 0,60 0,80 1 à 2 mètres.

Valeurs de m pour h = $0^m,10$: 0,459 0,447 0,442 0,439 0,437 0,435 0,433.

Pour une épaisseur de la lame *h* de $0^m,06$, les valeurs de *m* sont pour les profondeurs correspondantes :

Valeurs de m pour h = $0^m,06$: 0,456 0,450 0,447 0,445 0,445 0,444 0,443.

Voici une application de ce procédé :

Supposons qu'après avoir fait varier la largeur *l* de l'entaille on ait obtenu l'épaisseur $0^m,10$ par exemple et que la valeur de *l* soit alors de $0^m,45$. D'autre part, supposons que la profondeur du cours d'eau soit de $0^m,65$ au-dessous de l'arête A du déversoir, la valeur de *m* sera approximativement de 0,436, d'après les chiffres ci-dessus pour $h = 0^m,10$ et le débit aura pour valeur :

$$Q = \sqrt{2 \times 9{,}81 \times 0{,}10} \times 0{,}45 \times 0{,}10 \times 0{,}436 = 0{,}026,$$

soit 26 litres par seconde.

2° *Mesure du débit à l'aide d'un orifice ouvert en mince paroi.*

Lorsque les procédés ci-dessus sont peu commodes à pratiquer, on peut avoir recours à un troisième moyen. C'est le jaugeage à l'aide d'un orifice en *mince paroi.*

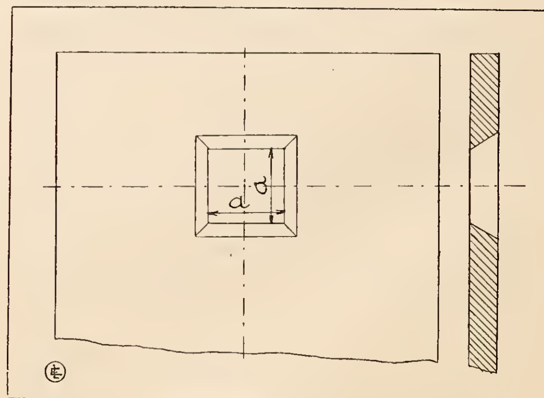


Fig. 3.

On pratique dans une planche, de dimensions convenant au cas dans lequel on se trouve, une ouverture carrée de préférence (fig. 3) et on chanfreine à 45° les quatre côtés de cette ouverture.

Cette planche est déposée soit sur un petit mur de barrage, soit, comme précédemment, en prenant soin d'éviter les fuites.

Pour mesurer le débit, il faut connaître la section s de l'ouverture, qui est donnée par les dimensions a :

$$S = a \times a.$$

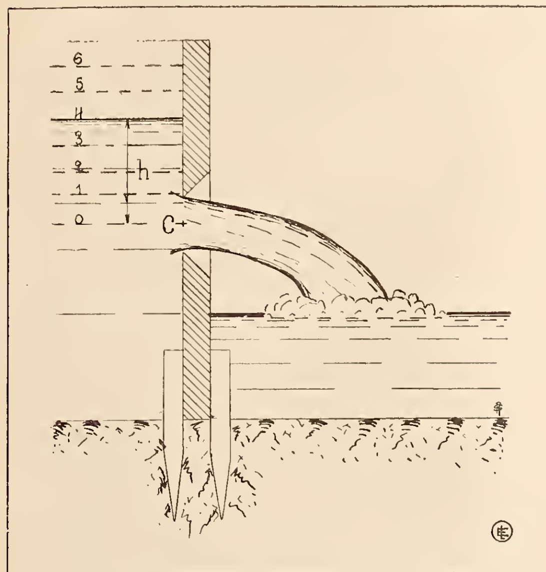


Fig. 4.

D'autre part, il faut mesurer la distance h (fig. 4) de la surface libre de l'eau au centre c de l'orifice, c'est-à-dire la charge h sur cet orifice.

Pour cela, on a fixé, comme précédemment, une planche sur les côtés de celle où est pratiqué l'orifice et dans les mêmes conditions.

Le trait rouge coïncidant avec le centre c de l'orifice est marqué o. On superpose au-dessus, de centimètre en centimètre, par exemple, d'autres traits. Le trait correspondant avec la surface libre de l'eau donnera la charge h sur l'orifice.

Le débit est alors :

$$Q = \sqrt{2\,gh} \times S \times 0{,}62.$$

Procédons à une application :

Supposons que nous ayons construit un orifice carré de $0^m,15$ de côté et que la charge sur cet orifice soit trouvée de $0^m,40$.

La section de l'orifice est :

$$S = 0{,}15 \times 0{,}15 = 0^{m^2},0225.$$

le débit est alors donné par la formule ci-dessus, ou $g = 9{,}81$ et $h = 0^m,40$.

$$Q = \sqrt{2 \times 9{,}81 \times 0{,}40} \times 0{,}0225 \times 0{,}62 = 0^{m^3},039,$$

soit 39 litres à la seconde.

R. Sivoine.

RENSEIGNEMENTS PRATIQUES

Calcul de la canalisation et choix de l'appareillage

DANS L'INSTALLATION D'UN MOTEUR

Nous donnons ici ces quelques renseignements d'ordre général, car nous avons constaté que beaucoup de lecteurs avaient des difficultés pour établir ces canalisations et posaient à ce sujet de fréquentes questions.

Lorsqu'on a fait choix d'une machine, il faut procéder à son installation. Nous considérerons ici seulement le cas le plus simple d'un moteur unique destiné à la commande d'une machine dans une petite industrie.

Cas d'un moteur triphasé.

Ce cas étant le plus fréquent, nous l'envisagerons d'abord et d'une façon assez détaillée. On traitera de façon analogue le cas des moteurs monophasés et diphasés.

Pour fixer les idées nous supposons que l'on vient d'acheter, après un examen minutieux, un moteur triphasé, nouveau type Thomson-Houston, 35 — 12S — 200 volts — 50 périodes — 1.500 t. : m. (à vide) — 5 HP — induit bobiné.

La plaque du moteur ne donnant aucune indication ni sur l'intensité absorbée, ni sur la puissance absorbée, il faut les calculer.

On cherche dans le catalogue du constructeur le rendement ρ et le cos φ relatifs au moteur. Si l'on n'a pas de catalogue on demande ces deux valeurs.

Les rendements et les cos φ étant très peu différents pour des moteurs de même puissance, mais de marque différente, on peut aussi se baser sur

un moteur de puissance équivalente que l'on cherche dans un catalogue courant.

I étant l'intensité du courant qui circule dans un des trois fils de la canalisation (en ampères).

P_a étant la puissance absorbée en watts.

P étant la puissance effective en chevaux portée sur la plaque.

U tension d'alimentation en volts, on a :

$$I = \frac{P \times 736}{\rho \times \cos\varphi \times U \times \sqrt{3}} \qquad P_a = \frac{P \times 736}{\rho}$$

I étant exprimé en ampères et P_a étant exprimé en watts.

Dans notre cas, le catalogue nous indique que $\rho = 0{,}84$ et $\cos\varphi = 0{,}86$.

$$\text{D'où } I = \frac{5 \times 736}{0{,}84 \times 0{,}86 \times 200 \times 1{,}7} = 15 \text{ Amp.}$$

$$P_a = \frac{5 \times 736}{0{,}84} = 4.550 \text{ watts.}$$

L'erreur que commettent presque tous les praticiens est d'adopter une densité de courant par millimètre carré, pour déduire la section de la connaissance de l'intensité absorbée.

Cela n'est pas rationnel, car on peut admettre pour de petites sections une densité beaucoup plus élevée que pour de fortes sections.

Nous donnons ci-dessous un tableau qui permettra de choisir facilement la section des conducteurs jusqu'à l'intensité de 280 amp.

L'intensité correspondant à une section n'est admissible qu'autant que les fusibles, garantissant le circuit, peuvent la supporter.

Donc, ce qui est rationnel, c'est de faire correspondre la section du conducteur avec l'intensité nominale du fusible (colonne *b*). Mais il est admis en général qu'on peut dépasser ces intensités jusqu'à la valeur indiquée dans la colonne *a*.

D'autre part, il est évident que les conducteurs doivent tout au moins répondre aux conditions du tableau ci-dessous, mais qu'ils doivent en outre être calculés suivant *la chute de tension* admise.

Cette chute de tension doit être fixée suivant les circonstances locales et d'après la nature de l'installation. Mais ici, nous supposons qu'il faut établir un simple raccordement avec le secteur sur une faible longueur et que la chute de tension est négligeable.

D'après le tableau et en majorant un peu, une section de 1,8 à 2 mm² paraît convenable.

La canalisation sera donc établie avec 3 fils de 16/10.

D'après le calcul de la puissance, on doit adopter un compteur de 5 kw environ.

Si le moteur tourne 8 heures par jour à pleine charge, la consommation sera de :

4.550 w × 8 h. = 35.400 watts-heure.

ou 35,4 kilowatts-heure.

Si l'on compte le prix du courant à 0 fr. 25 le kilowatt-heure, le moteur dépensera donc :

35,4 × 0,25 = 8 fr. 60 par jour.

Comme appareillage, on n'a besoin en général dans une installation aussi simple que d'un interrupteur avec coupe-circuits et fusibles.

Pour choisir l'interrupteur, il faut surtout, dans notre cas où l'intensité est assez faible, prendre en considération la robustesse de l'appareil. Il ne faut pas oublier en effet que ce dernier doit être fréquemment manœuvré.

Nous porterons notre choix sur le constructeur qui possède un type avec coupe-circuit à cartouches. Nous estimons, en effet, que c'est le modèle offrant le moins d'ennuis et le plus de sécurité.

Nous commanderons des fusibles pour une intensité égale à environ 1,25 fois l'intensité normale (1,25 à 1,5 fois), c'est-à-dire des fusibles de 20 à 22 ampères.

Cas des moteurs à courant continu.

Pour les moteurs à courant continu, le problème est encore plus simple.

En conservant les mêmes notations que précédemment, on a :

$$I = \frac{P \times 736}{\rho \times U} \qquad P_a = \frac{P \times 736}{\rho}$$

On se sert pour le calcul de la section du tableau donné précédemment.

Le choix de l'appareillage se fait de façon absolument identique.

Léon DEPIERRIS.
Ingénieur E. S. E.

Sections à donner aux conducteurs jusqu'à 280 A.

Sections en mm²	0,75	1	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120
a) Intens. maximum. en amp .	9	11	14	20	25	31	43	75	100	125	160	200	240	280
b) Int. nomin. des fusibles.....	6	6	10	15	20	25	35	60	80	100	125	160	190	225

Sous-stations automatiques et Commande à distance.

La commande à distance s'applique aujourd'hui à des sous-stations importantes et permet une répartition constante des charges sur chaque groupe, quel que soit son éloignement de la centrale.

La commande à distance est employée depuis longtemps dans toutes les centrales : de la plate-forme du tableau, on provoque au moyen de contacteurs et de relais, la manœuvre des interrupteurs-disjoncteurs placés souvent deux ou trois étages en dessous. Rien ne s'oppose à ce que cette manœuvre soit commandée de même à grande distance, par exemple pour mettre en marche ou arrêter les commutatrices d'une sous-station.

***

L'organisation de sous-stations entièrement automatiques, sans aucun personnel en permanence, a été réalisée depuis plusieurs années sur des réseaux américains : en 1912 la Compagnie Edison mettait en service à Détroit 3 stations commandées à distance, pour l'éclairage. La première installation absolument automatique fut mise en marche en 1915 à Aurora-Chicago. Le succès des essais fut tel que l'année suivante la Des Moines City Railway C° installait suivant ce système 7 sous-stations commutatrices. Puis on étendait l'équipement automatique à des sous-stations transportables, et même on constitua des sous-stations automatiques roulantes.

M. Sosnowski, dans une récente communication faite à la Société française des Electriciens, cite de nombreux exemples d'installations automatiques transportables ou commandées à distance : l'Ohio Electric Railway, une sous-station automatique de 500 kw, à 750 volts ; — l'Iowa Railway et Light C°, une sous-station de 500 kw à 600 volts ; — la Rhode Island C° et la New-York State Railways, plusieurs sous-stations automatiques. La Columbus Railways C° commande à distance une commutatrice de 500 kw à 60 périodes, au moyen d'un vibreur téléphonique annonçant à l'opérateur l'imminence des charges sur la sous-station. L'United Railways C° de Saint-Louis possède une sous-station automatique roulante, et la Long-Island Railroad C° a installé un wagon sous-station portant une commutatrice de 1.500 kw à 650 volts, 25 périodes.

***

L'économie de personnel n'est pas la seule raison d'établissement de ces installations qui doivent être munies d'appareils de sécurité parfaits, et partant coûteux : mais la suppression du personnel permet la multiplication des centres de distribution, ce qui procure une moindre charge et une meilleure régulation du voltage à chacun de ces centres. Il en résulte que l'on peut réduire la section des feeders, d'où économie de cuivre : le Chicago and Milwaukee Railroad a pu améliorer sa distribution en installant quatre sous-stations automatiques et une sous-station roulante, de telle façon que la Compagnie a réalisé ainsi une économie de plus de 3 millions de francs sur les feeders.

De plus l'expérience a prouvé que l'on réalisait avec le système automatique une économie importante sur la marche à charge réduite des machines, puisque les relais arrêtent toute machine dont la charge tombe en-dessous de la valeur justifiant l'utilité de son maintien.

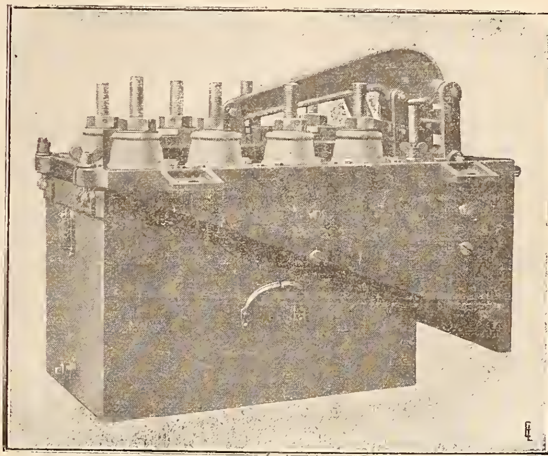


Fig. 1. — Interrupteur-disjoncteur dans l'huile pouvant fonctionner automatiquement Le basculement du levier visible à la partie supérieure est commandé par un électro-aimant actionné à distance.

Ce système est évidemment d'autant plus intéressant que le réseau est plus étendu, et par conséquent soumis à des variations importantes de charge. Il commence même à être appliqué aux

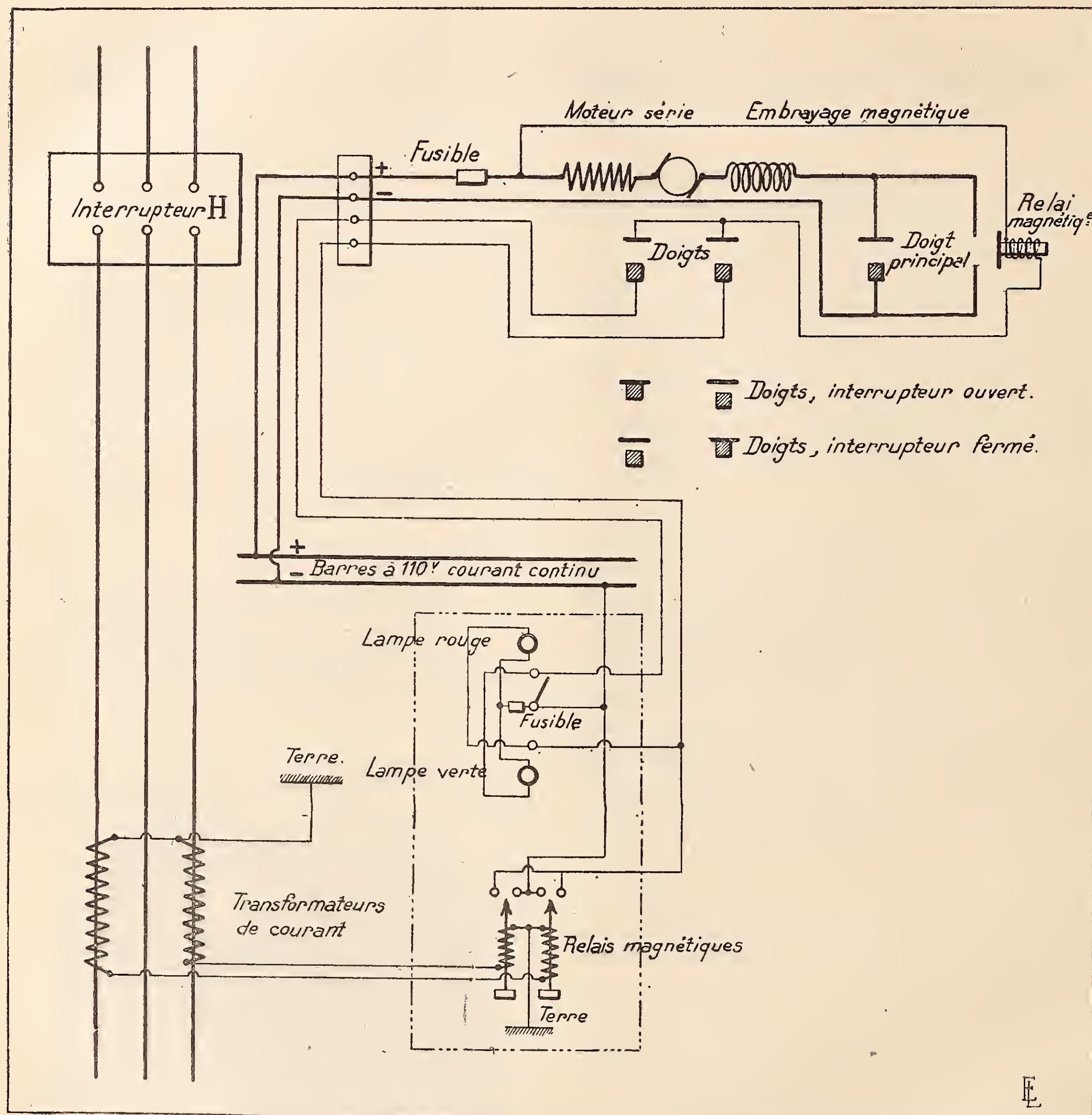


Fig. 2. — Schéma de montage d'un interrupteur Thomson, type H, manœuvré par un petit moteur actionné à distance au moyen d'un relai magnétique.

génératrices : à l'usine de Cedar Rapids, les trois groupes hydro-électriques sont commandés automatiquement par des relais ampèremétriques tenant compte à la fois de l'état de la charge, et des disponibilités en eau du bassin de mise en charge des turbines. La commande automatique peut d'ailleurs être remplacée ici à volonté par un dispositif de commande à distance, manœuvré à 1200 mètres de là, au moyen d'un tableau placé dans la Centrale thermique. Les figures ci-contre montrent un interrupteur-disjoncteur pour commande à distance et un schéma (Fig. 2) d'une installation manœuvrée par un moteur qui peut être actionné, au moyen d'un relai magnétique. soit d'un tableau, soit d'une usine éloignée.

L. D. Fourcault.

Comment utiliser le Chauffage électrique à Paris.

Par suite de la difficulté de l'approvisionnement du charbon pour les usages domestiques, la question du chauffage électrique, déjà très utilisé à l'étranger, devient d'un grand intérêt. L'étude ci-dessous examine les données économiques de ce mode de chauffage, pour le réseau de Paris.

La crainte du manque de charbon pour le chauffage central et particulier, la confiance dans les moyens d'approvisionnement des secteurs feraient passer par dessus le prix élevé de l'hectowatt, écueil à la vulgarisation du chauffage électrique à Paris, surtout si l'on se branche sur un circuit de lumière.

Pour diminuer le prix de revient des calories produites, il vient à l'esprit de bénéficier de la différence du prix de l'hectowatt en faveur de la force motrice : 0 fr. 03 au lieu de 0 fr. 07.

Les secteurs exigent pour cela l'installation d'un circuit différent de celui de lumière avec compteur spécial.

Nous allons envisager à quel moment il peut y avoir intérêt à faire les frais d'une telle installation.

Soit : « F » l'amortissement et l'intérêt mensuels du capital immobilisé par l'établissement de ce circuit en tablant sur six mois d'utilisation par an. C'est un cas extrême, car on profitera de l'installation pour alimenter en toutes saisons des fers à repasser, des grille-pain, etc...

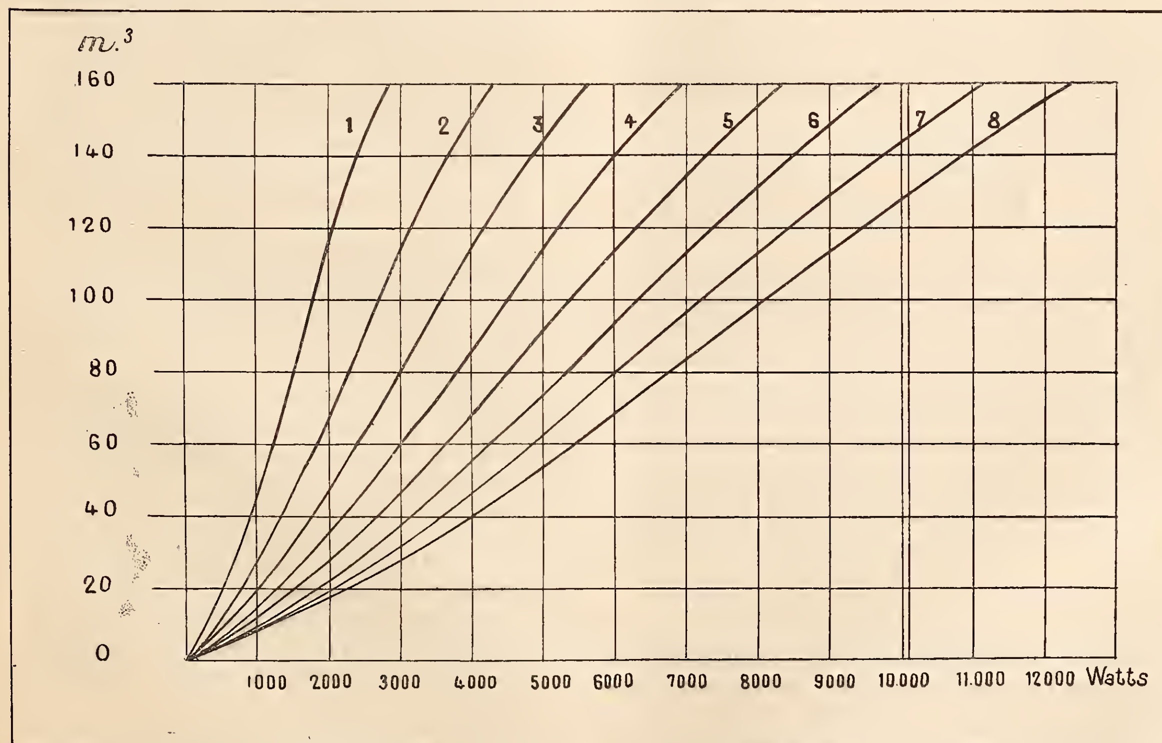


Fig. 1. — Graphique de la puissance à dépenser en fonction du volume d'air à chauffer.

Tableau II.

EMPLACEMENT DU LOCAL	ABRITÉ						EXPOSÉ					
TEMPÉRATURE EXTÉRIEURE	0°C			— 20° C			0° C			— 20° C		
Température intérieure à entretenir.......	12°	15°	20°	12°	15°	20°	12°	15°	20°	12°	15°	20°
Numéros des courbes de la fig. 1 à employer.	1	2	3	3-4	4	5	2	3	4	6	7	8

« f » les redevances mensuelles de location et entretien du nouveau compteur, ramené également à six mois d'utilisation.

« W » la puissance en hectowatts absorbée par la totalité des radiateurs installés.

Le nombre d'heures de fonctionnement « N » au bout desquelles les frais seront compensés par l'économie (0 fr. 07 — 0 fr. 03) par hectowatt sera donné par :

$$N = \frac{F + f}{0{,}04 \ W}$$

Nous donnons ci-contre (fig. 1), le graphique des courbes de puissance à dépenser en fonction du volume d'air à chauffer, d'après les barêmes des établissements Paz et Silva. Le tableau II sert à déterminer les courbes à employer suivant les circonstances locales.

Prenons un exemple :

Supposons qu'on désire chauffer à la fois deux pièces d'un appartement, les autres étant chauffées à des heures différentes par le déplacement des appareils.

L'appartement fait partie d'un îlot d'immeubles et par conséquent abrité ; la température extérieure est supposée à 0°C. et celle qu'on désire obtenir dans les pièces 15° ; la capacité des pièces est respectivement : 40 et 60 mètres cubes.

Le tableau II nous indique que dans ces conditions, c'est la courbe 2 qu'il faut employer : celle-ci nous donne une consommation de 1350 et 1.800 watts, soit 32 Hw environ.

En prenant $F = 6$ fr.

$f = 5$ fr., 70 (compteur de 50 amp.).

on obtient : $N = \dfrac{6 + 5{,}70}{0{,}04 \times 32} = 9$ heures.,

ce qui est une utilisation mensuelle minimum, à partir de laquelle on a intérêt à établir un branchement particulier bénéficiant du tarif « force motrice ».

R. Wolff,
Ingénieur-électricien, E. T. P.

CHRONIQUE. — INFORMATIONS

LA STANDARDISATION A LA COMMISSION INTERNATIONALE D'ÉLECTROTECHNIQUE

La Commission internationale d'électrotechnique s'est réunie à Londres, le 22 octobre, en assemblée plénière, sous la présidence de M. Maurice Leblanc, le distingué savant et électricien français.

Les commissions d'enquêtes particulières instituées avant la guerre et comprenant des délégués des divers pays, ont été maintenues à l'unanimité ; de plus il a été créé un certain nombre de commissions nouvelles, chargées d'étudier plus particulièrement les questions que nous résumons brièvement ici.

En ce qui concerne la *nomenclature*, il y a lieu de reviser certains termes admis en 1913, de publier les autres le plus rapidement possible et de dresser la liste des termes et des définitions relatifs au téléphone automatique.

En outre, une commissions péciale est instituée pour établir la nomenclature relative aux *moteurs des machines électriques* et en particulier aux moteurs actionnés par la vapeur.

Les règles établies à la dernière session pour la *classification* des machines électriques, vont être publiées après avoir été modifiées conformément aux décisions les plus récentes.

La limite de température pour l'air de refroidissement des machines a été abaissée de 70° à 40°C., d'accord avec la limite déjà adoptée en Angleterre, en Amérique, en France et en Italie.

Les règles internationales actuellement établies ne visent pas jusqu'ici les machines de toutes dimensions. Elles s'appliquent pour les machines pos-

sédant un organe mobile, à celles d'une capacité inférieure à 750 Kva et d'un voltage de 5.000 v. au plus, ou à celles dont la longueur du noyau n'excède pas 50 cm ; elles s'appliquent à tous les transformateurs à l'exception de ceux à refroidissement par eau.

Les températures limites pour les divers isolants ont été revues et celle relative à la soie a été ajoutée à la liste déjà établie.

La commission a jugé bon d'autoriser, sous certaines réserves et en abaissant la limite de température, l'emploi de la méthode thermométrique pour la mesure de l'échauffement dans des cas où précédemment seule la méthode de variation de résistance était en usage.

Elle a reconnu enfin que, par suite de leur mode de fabrication, les collecteurs peuvent être employés à des températures notablement plus élevées qu'autrefois. Aussi, tout en maintenant une certaine valeur limite de température pour ces organes, il est entendu que cette limite pourra être dépassée, à condition que le fabricant garantisse expressément le bon fonctionnement du collecteur aux températures plus élevées.

Les *symboles* en usage doivent être réunis dans une liste complète qui comprendra en particulier les symboles ayant trait à la télégraphie et téléphonie ordinaires, et à la télégraphie et téléphonie sans fil.

La question de l'adoption d'un étalon international de *résistance pour l'aluminium* est à l'étude; il n'y aurait qu'à suivre la méthode employée pour l'établissement de l'étalon de résistance du cuivre.

Il y aurait lieu d'établir un type international interchangeable, aussi bien pour les *culots et douilles à vis* des lampes électriques que pour les *prises de courant* destinées à la charge des accumulateurs des véhicules électriques. Les commissions n'ont qu'à concevoir un type convenable, sans se préoccuper de la nature des matériaux à employer pour la réalisation de ce type dans les divers pays.

Enfin une dernière commission a été instituée pour étudier la question du voltage en ce qui concerne d'abord les isolateurs et ensuite dans ce qui a trait aux *distributions d'énergie électrique* en général.

La prochaine séance plénière de la commission d'électrotechnique se tiendra en Amérique dans le courant de 1920, sous la présidence du Dr C. O. Mailloux, président de la commission nationale américaine.

M. J. R.

Le matériel à faire construire en Allemagne.

Le traité de paix prévoit la fourniture par l'Allemagne de machines, matériel industriel et tous articles d'un caractère industriel et commercial que les gouvernements alliés et associés désirent voir être produits et fabriqués en Allemagne pour la restauration des régions envahies. La livraison en sera faite aux gouvernements par l'intermédiaire de la commission des réparations.

Les listes correspondantes, qui doivent être fournies à l'Allemagne avant le 31 décembre 1919, contiendront tous les détails envisagés dans les contrats commerciaux relatifs aux articles visés ; par conséquent, ils devront comporter la spécification, les délais de livraison et lieux de livraison, mais elles ne contiendront ni prix, ni estimations, ces prix et estimations devant être fixés par la commission des réparations.

En ce qui concerne le matériel industriel français, la centralisation des renseignements relatifs à la confection de ces listes sera faite par les soins de l'*Office de la reconstitution industrielle.*

Il est rappelé que les industriels n'ont pas pour l'instant à envisager de se rendre en Allemagne pour l'exécution des commandes qu'il passeront, conformément à la présente notice : les industriels allemands ne pourraient d'ailleurs pas leur livrer directement. Le gouvernement allemand a, en effet, constitué un organisme central de réception et de répartition des commandes entre les usines allemandes. L'office de la reconstitution industrielle se charge, de son côté, de recevoir les demandes et discutera les prix et conditions avec cet organisme central par l'intermédiaire de la commission des réparations.

++++++++++

Comment obtenir du charbon allemand.

Le Gouvernement français a chargé l'office des houillères sinistrées du Nord et du Pas-de-Calais (65, boulevard Malesherbes, Paris, 8e arrondissement) de recevoir en son nom le charbon livré par l'Allemagne en exécution du traité, de le livrer aux consommateurs français suivant les indications de répartition qui lui seront signifiées par le bureau national des charbons et d'en recouvrer sur eux le montant suivant les tarifs homologués par le ministre de la reconstitution industrielle.

Le bureau national des charbons fera les attributions de charbon allemand aux groupements de consommateurs en leur indiquant si le charbon en question doit être introduit par les frontières de terre ou par voie maritime.

Les groupements qui auront reçu une telle attribution auront à s'adresser à l'office pour réaliser le contingent attribué et à lui donner à cet effet toutes indications utiles sur les adresses des destinataires.

Ils ont le plus grand intérêt pour faciliter le travail de l'office et, par conséquent, pour recevoir, plus rapidement et plus aisément leur combustible, de donner ces indications dès que l'attribution leur est faite.

I. — Entrée du charbon par les frontières de terre.

Les collectivités qui auront reçu une attribution avec indication d'entrer par les frontières de terre auront à se mettre d'accord avec l'office des houillères sinistrées sur le mode de transport auquel elles devront recourir en lui manifestant leur préférence.

En raison de la complexité de transport, l'office aura seul qualité pour décider définitivement à quel mode de transport les consommateurs devront recourir.

Consommateurs de la classe II.

Nous désignons sous ce titre, comme pour les charbons anglais, les consommateurs devant recevoir le charbon par voie maritime qui ne sont pas en mesure de soigner eux-mêmes l'affrètement des navires de mer correspondants ; tels sont, en particulier, les foyers domestiques et la petite industrie. Pour cette classe de consommateurs, le bureau national des charbons donnera aux groupements d'importateurs des différents ports des bons de répartition pour charbon allemand. Ces charbons devront être mis à la disposition du bureau national des charbons à leur arrivée et répartis, comme les charbons anglais de la classe II, par les soins du délégué fiu bureau national des charbons dans ce port entre les consommateurs intéressés.

En principe, et sauf en ce qui concerne les avis relatifs à l'arrivée des navires au port maritime de chargement, les consommateurs qui ont une attribution de charbon allemand ne doivent pas s'adresser aux organisations de l'office hors de Paris. Toutes communications ou demandes de renseignements doivent être faites au siège de l'office à Paris.

++++++++++

LA PROLONGATION DES BREVETS D'INVENTION

Le décret dont nous publions le texte ci-dessous règle la procédure pour obtenir cette prolongation :

Art. 1er. — La demande en prolongation de durée d'un brevet d'invention, signée par le titulaire du brevet ou par ses ayants droit, et, s'il s'agit d'un brevet appartenant à une société, par le représentant légal de la société, est remise ou adressée sous pli recommandé, en France et en Algérie, au secrétariat général de la préfecture du département et, dans les colonies, au secrétariat du gouvernement de la colonie, où le demandeur est domicilié.

Si le demandeur réside à l'étranger, il peut élire domicile dans un département français, chez un mandataire, muni d'une procuration spéciale, timbrée et enregistrée, qui est annexée à la demande.

La demande, rédigée en langue française, sur papier timbré, doit indiquer :

1° Les nom, prénoms et l'adresse du demandeur, et, s'il s'agit d'une société, sa raison sociale ou sa dénomination et son siège social ;

2° La nationalité du demandeur ;

3° Le titre exact du brevet, la date de la prise du brevet, le numéro du brevet, si celui-ci a été délivré, et, dans le cas contraire, le numéro provisoire du procès-verbal du dépôt de la demande, et la date de l'acquittement de la première annuité ;

4° Si le brevet était exploité avant le 1er août 1914, le lieu de l'exploitation, et, le cas échéant, les nom, prénoms et domicile de l'exploitant ;

5° Les motifs pour lesquels le brevet n'a pu être exploité normalement depuis le 1er août 1914.

Art. 2. — La demande doit être accompagnée, s'il y a lieu, de certificats délivrés par le maire de la commune où le demandeur est domicilié et attestant, selon le cas :

1° Que le demandeur a été mobilisé, avec l'indication de la durée de sa mobilisation ;

2° Que l'établissement industriel où était exploité le brevet a cessé de fonctionner ou n'a pu continuer à fonctionner normalement ;

3° Que la situation générale de la région ne permettait pas l'exploitation ou la mise en exploitation normale du brevet.

Art. 3. — Aucune demande en prolongation de durée d'un brevet ne sera acceptée par le secrétariat général de la préfecture ou du gouvernement de la colonie, et le récépissé n'en sera délivré qu'après justification du payement de la taxe de 20 francs par brevet au profit de l'office national de la propriété industrielle, au moyen de la production, soit d'une quittance de l'office national, si la taxe y a été directement versée, soit du talon d'un mandat-poste de ladite somme adressée à l'office national.

Art. 4. — Dans le mois qui suivra la publication au *Bulletin officiel* de la propriété industrielle d'une demande en prolongation de durée d'un brevet d'invention, toute personne sera admise à faire parvenir à l'office national de la propriété industrielle les observations qu'elle aurait à présenter contre la recevabilité de cette demande. En aucun cas, ces observations ne pourront valablement porter sur la réalité ou le mérite de l'invention ni sur la validité du brevet.

Art. 5. — Lorsque les conclusions du commissaire du Gouvernement seront favorables en tout ou en partie à l'admission de la demande en prolongation mention de ces conclusions sera faite sur la convocation adressée à l'intéressé pour la séance de la commission spéciale au cours de laquelle il doit être satatué sur la demande.

Si, en l'absence du demandeur, ou de son mandataire, la commission n'adopte pas les conclusions du commissaire du Gouvernement, la décision sera renvoyée à une séance ultérieure à laquelle l'intéressé dûment convoqué à nouveau, pourra se présenter ou se faire représenter.

Art. 6. — La demande tendant à obtenir, conformément à l'article 7 de la loi du 8 octobre 1919, une remise totale ou partielle du montant des annuités dues sur un brevet d'invention depuis le 1er août 1914 et non acquittées à leur échéance, peut être présentée, soit en même temps que la demande en prolongation de durée du brevet, pour être examinée simultanément par la commission spéciale, soit séparément.

Dans l'un ou l'autre cas, le demandeur doit joindre à sa demande une déclaration affirmant qu'il n'a pas été inscrit, pendant les années 1915 à 1919, sur les rôles de l'impôt général sur le revenu ni sur les rôles de la contribution extraordinaire sur les bénéfices de guerre. Pour les périodes qui ont donné lieu à l'établissement de rôles, cette déclaration sera appuyée d'un extrait certifiant la non-inscription.

Si à la suite d'une déclaration inexacte du demandeur, des réductions ont été accordées par décision de la commission spéciale, cette décision sera considérée comme non-avenue.

Indépendamment, ou à défaut de remise ou réduction sur le montant des annuités échues, la commission spéciale pourra toujours accorder, pour l'acquittement desdites annuités, un délai qui n'excédera pas deux années à compter de la date fixée pour la mise en vigueur du traité de paix du 28 juin 1919.

Le ministre des finances pourra désigner un fonctionnaire de son département, pour être adjoint, à titre consultatif, à la commission spéciale en vue de l'examen des demandes en réductions ou exonération des annuités échues.

Art. 7. — Le ministre du commerce, de l'industrie, des postes et des télégraphes et le ministre des finances sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent décret, qui sera publié au *Journal officiel* de la République française et inséré au *Bulletin des lois*.

Fait à Paris, le 8 novembre 1919.

R. Poincaré.



Inventions. — Appareils et procédés nouveaux

Relais de déclenchement automatique.

Ce relais de déclenchement automatique à maximum d'intensité ou de tension, avec retard, reste indépendant de la surélévation de l'intensité ou de la tension.

Dans la plupart des appareils construits, le temps mis par l'appareil pour fonctionner est en fonction inverse de la surélévation de l'intensité ou de la tension.

Il peut en résulter que deux dispositifs réglés pour des temps qui devraient différer sensiblement, déclenchent en même temps. Pour obvier à cet inconvénient, la majorité des constructeurs emploient des appareils retardataires à grands retards (environ 7").

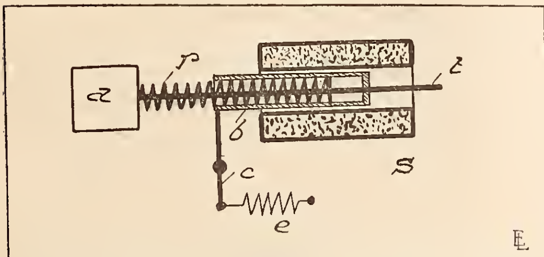


Fig. 1. — Relais à retardateur.

Dans l'appareil proposé, le noyau en métal magnétique *b* est soumis à l'action du solénoïde *s* et est attiré en cas de surélévation de tension ou d'intensité. Le noyau est accouplé à un ressort *r* relié au retardateur réglable *a*.

Au repos, le noyau *b* est sollicité par le ressort *e* par l'intermédiaire d'un levier *c*.

Quand une surélévation se produit, le noyau *b* est attiré vers le haut et tend le ressort *r*. La partie mobile (ressort, tige *t* et retardateur) est actionnée. Le temps de déclenchement dépend ici uniquement du retardateur.

(Brev. Fr. 494.945.)

Nouveau système de serre-fil.

Le nouveau système imaginé est destiné à serrer et monter rapidement des connexions électriques en fil nu ou isolé.

On voit par la figure que le fil *e* est placé dans une pièce en forme d'U et peut être serré par un boulon dont l'écrou *b* est maintenu entre les deux branches de la pièce *a* et fixé de telle façon qu'il ne puisse tourner ni sortir. La pièce *a* peut être montée sur une cloche en porcelaine, de forme spéciale. (Brev. Fr. 493 813.)

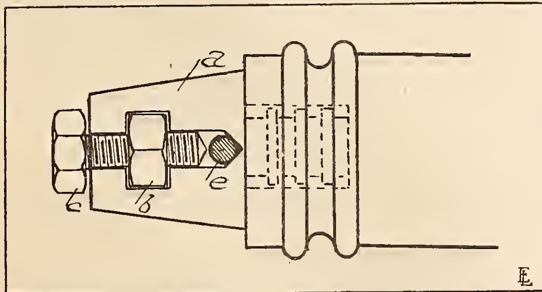


Fig. 2. — Serre-fil rapide.

Perfectionnements aux systèmes de lancement de signaux radio-télégraphiques.

Le système imaginé ne diffère, en réalité, des dispositifs précédents que par le montage des circuits ; on emploie aussi un tube à vide *l* à trois électrodes du modèle connu.

Le système oscillant associé avec la source de courant oscillant est en même temps le circuit de radiation du système.

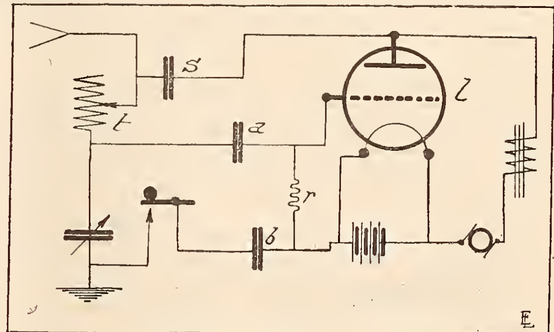


Fig. 3. — Montage d'un système oscillant.

L'antenne est chargée par la bobine de charge *t* et le condensateur *s*, qui sont reliés à la plaque du tube à vide.

On intercale dans le circuit de grille un condensateur de bloquage *a*.

L'efficacité du système est très grande, grâce à la connexion résistante *r*. (Brev. Fr. 494.801.)

Lampe portative à magnéto.

De nombreux dispositifs de lampes à magnéto ont été imaginés. Il semble assez difficile de construire une petite lampe portative pour différentes raisons (encombrement, prix, poids, difficulté d'établissement d'une petite magnéto de puissance assez grande).

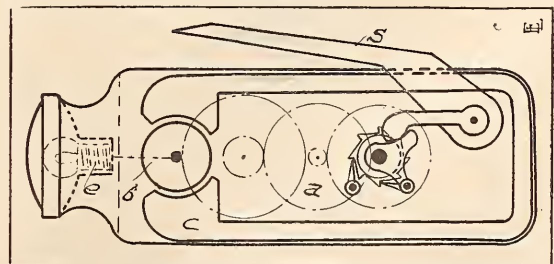


Fig. 4. — Lampe à magnéto

L'appareil représenté par la figure comporte une petite magnéto à aimant *c* et à induit tournant *b*. La rotation de l'induit est obtenue à l'aide d'un mécanisme *a*, à commande à main par le levier *s*.

Un boîtier renferme le tout ; l'une des faces porte le projecteur et la petite lampe *e*. (Brev. Fr. 494.200.)

Perfectionnement aux fils métalliques destinés à être empâtés (lampes à incadescence.

Dans les lampes à incandescence, à vapeur de mercure, ou Nernst, il faut empêcher la pénétration de l'oxygène de l'air dans l'ampoule. On emploie généralement un alliage de métaux traversant le verre et possédant même coefficient de dilatation que lui. Pour garantir l'étanchéité, les constructeurs emploient soit un fil de platine ou, par économie, un fil avec âme de métal pauvre recouvert de platine ou de cuivre. On a aussi préconisé un fil de fer engagé dans un tube de verre mince duquel est extrait l'air. Ce dernier procédé consiste à faire fondre le verre autour du fil pour établir la connexion mécanique. En réalité l'étanchéité n'est pas parfaite, et les manipulations exigées sont délicates.

Le nouveau procédé consiste à employer un fil métallique exempt de platine et pourvu d'une ame en métal pauvre.

On fait alors un mélange d'eau, de tungstène métallique pulvérulent et de verre pulvérisé ordinaire. On applique le mélange pâteux sur le fil et on chauffe jusqu'à ce que la fusion s'opère et que l'adhérence soit complète. Un fil ainsi constitué s'empâte facilement. (Brev. Fr. 495.101.)

Perfectionnements apportés aux mécanismes et aux signaux commandés à distance et reliés à des distributions d'électricité.

On sait que pour transmettre des signaux sur un réseau à courant continu ou alternatif, on emploie la totalité du circuit ou une partie du circuit avec retour par la terre, dans laquelle on envoie une onde électrique différente de la fréquence de la canalisation.

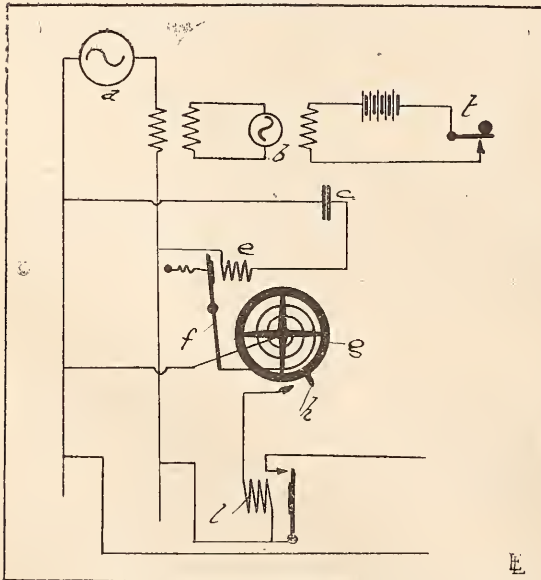


Fig. 5 — Transmission syntonisée.

Le dispositif récepteur comporte une bobine *e* et un condensateur *c* syntonisés à la fréquence de commande.

La difficulté réside dans la création d'ondes multiples de fréquences diverses qui peuvent concorder avec la fréquence de commande et actionner le récepteur.

On utilise dans l'appareil représenté la syntonie électrique et mécanique.

Le dispositif de réception comprend un électro-aimant *e* qui donne des impulsions à un balancier annulaire *g* par l'intermédiaire d'un ressort spirale.

Au bout d'un certain nombre d'oscillations, la cheville *h* vient en contact avec un plot formant ainsi le circuit sur le relais *e* qui commande le signal.

Le générateur de transmission *b* doit avoir même fréquence que le circuit *e e*. D'autre part, le transmetteur d'impulsions *t* doit avoir même période d'oscillation que le balancier annulaire *g*. (Brev. Fr. 494.608.)

P. M.

Pare-étincelle de self-induction.

Ce dispositif a pour but de supprimer les étincelles aux collecteurs et balais, ou du moins d'atténuer dans de grandes proportions leurs effets destructifs. Il consiste à aiguiller, si l'on peut dire, la self-induction sur un circuit sans solu-

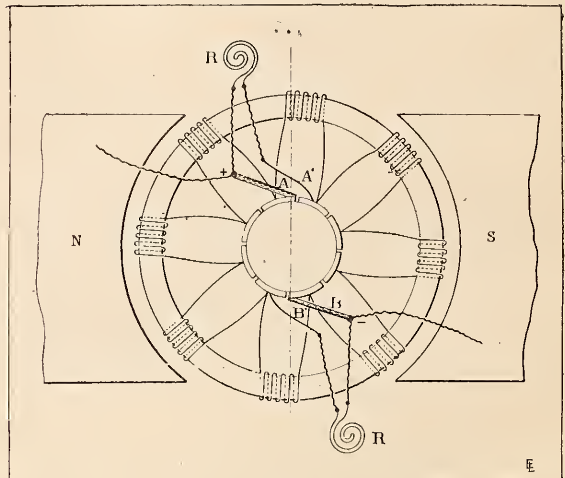


Fig. 6.

tion de continuité à résistance R déterminée d'après la résistance d'une partie du fil de la machine. Il consiste, comme l'indique la figure 6 ci-contre, à placer des balais auxiliaires A' B' bien isolés des porte-balais et des balais principaux A et B. Chaque balai principal est raccordé électriquement à son balai auxiliaire par une résistance ohmique R essentiellement sans self-induction.

(J. Thiébaut, à Sainte-Savine, près Troyes.)

L'ELECTRICIEN *invite ses lecteurs et les constructeurs à lui adresser les vues ou schémas des appareils ou procédés nouveaux. Il publiera ceux qui présenteront un intérêt professionnel.*

L'ÉCOLE DE L'ÉLECTRICIEN

Enseignement pratique de l'électricité industrielle.

Cet enseignement, réclamé par de nombreux lecteurs (1), *est* **utile partout et à tous.**

Mis à la portée de toute personne pourvue d'une bonne instruction primaire, *il s'adresse aux* isolés *qui ne peuvent bénéficier des cours du soir, à tous ceux qui veulent s'instruire et se perfectionner après leur journée terminée. Débutant par des notions indispensables de mécanique, cet enseignement pratique s'étendra peu à peu aux diverses branches de l'électricité industrielle. Rédigé par des spécialistes, toutes longues théories en seront bannies, tandis que de nombreux exercices pratiques, intéressant le plus grand nombre de nos lecteurs, y seront développés.*

Dans le but d'intéresser d'une façon particulière les lecteurs de cet enseignement à un travail suivi, qui puisse leur être réellement profitable, nous ouvrons entre eux un **CONCOURS**, *doté des* **PRIX** *suivants :*

1er Prix. — **200** francs de livres à choisir dans le catalogue de la librairie Dunod.
2e Prix. — **100** francs de livres — — —
3e Prix. — **50** francs de livres — — —
Du 4e au 10e prix, chacun 25 francs de livres — —

Des **MENTIONS** seront en outre délivrées à tous les participants dont les envois auront obtenu une moyenne au moins égale à la note 14.

Les *Réponses aux problèmes* proposés aux lecteurs forment le sujet de ce concours. Chaque abonné pourra envoyer *une* solution pour chacun des problèmes proposés dans un numéro de l'*Electricien*. Les solutions de chaque série devront être mises à la poste au plus tard *un mois* après la date du numéro dans lequel les problèmes auront paru :

Exemple. — Les solutions des problèmes du numéro du 30 novembre devront être envoyées avant le 31 décembre.

Dans la notation des envois, il sera tenu compte du développement du raisonnement conduisant au chiffre de la réponse.

Un *Jury*, dont nous donnerons ultérieurement la composition, sera chargé du classement et de l'attribution des prix.

Rappel de quelques principes de mécanique.

1° **Poids, masse et accélération.** — Le poids d'un corps est le produit de sa masse M par l'accélération g due à la pesanteur, et l'on a la relation :

$$P = Mg.$$

Nous savons qu'à Paris $g = 9^m,81$.

La pesanteur n'est autre qu'une *force*.

2° **Travail d'une force. Puissance.** — C'est le produit de l'intensité F de la force par le chemin L que parcourt son point d'application dans la direction de la force.

Exemple: Un poids Q qui tombe d'une hauteur L produit un *travail* T, tel que :

$$T = Q\,L \quad (1).$$

Si Q est évalué en *kilos*, L en *mètres*, le *travail* sera exprimé en *kilogrammètres*.

(1) Voir notre *Tribune*, spécialement le numéro du 31 août 1919, et notre *Enquête*, l'*Electricien* du 15 novembre.

La *puissance* en *chevaux*, ou travail effectué en une *seconde*, est donnée par la relation :

$$P = \frac{Q\,L \text{ Kilogrammètres}}{75} \quad (2),$$

si QL est effectué en une *seconde*.

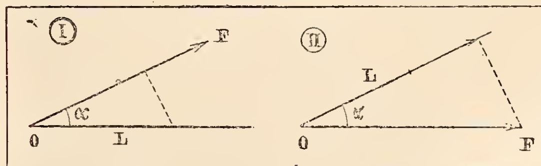


Fig. 1. Fig. 2

Dans le cas général, le travail d'une force F est donnée par la relation :

$$T = F \times L \cos\alpha \quad (3) \text{ (fig. 1) } (^2).$$

ou

$$T = F \cos\alpha \times L \quad (4) \text{ (fig. 2).}$$

(2) Cos α, se dit *cosinus alpha*, rapport trigonométrique que l'on trouve, sans calcul, dans les tables de renseignements des aides-mémoires.

Dans le cas où le point d'application d'une force F décrit une *circonférence* (fig. 3) de rayon r et que sa direction reste tangente à la circonférenee, lc *travail* pour un tour est exprimé, en kilogrammètres, par :

$$T = 2\pi r F \quad (5)$$

et, pour n tours par minute, par :

$$Tn = 2\pi r F \times n$$

La *puissance* P en *chevaux* est exprimée par :

$$P = \frac{2\pi r Fn}{60 \times 75} \quad (6).$$

Dans le cas d'un *couple FF*, le travail en kilogrammètres, pour un tour et un bras de levier l mètres, est :

$$T = 2\pi l F \quad (7)$$

La puissance pour n tours par *seconde* est, en kilogrammètres :

$$P = 2\pi l Fn \quad 8).$$

En posant $2\pi n = \omega$, vitesse angulaire (3), et $l F = C$ couple (en kilogrammètres) on a, en kilogrammètres :

$$P = C\omega.$$

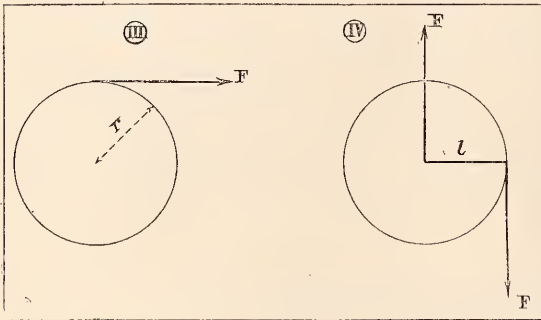


Fig. 3. Fig. 4.

La puissance en chevaux sera :

$$P = \frac{2\pi l Fn}{60 \times 75} \quad (8 \textit{ bis}).$$

3° **Puissance vive.** — Nom donné à l'expression :

$$\frac{1}{2} MV^2 \quad (9)$$

pour un corps de *masse* M, animé d'une vitesse V.

En fonction du *poids* P, c'est :

$$\frac{1}{2}\frac{P}{g} V^2 \quad (9 \textit{ bis}).$$

Rappelons que cette puissance vive exprime un *travail* en kilogrammètres. Nous savons, d'ailleurs, que ce travail est équivalent à celui d'une force F agissant sur une masse M, telle que si L est l'espace parcouru par la force en un temps donné, on a :

$$FL = \frac{1}{2} MV^2 \quad (10).$$

(3) ω, se dit *oméga*, lettre grecque adoptée comme symbole de la vitesse angulaire.

Dans le cas d'un corps animé d'un mouvement de rotation, si $\omega = 2\pi n$ est la vitesse angulaire, la puissance vive est :

$$\frac{1}{2} \omega^2 I \quad (11)$$

I est le *moment d'inertie* du corps par rapport à l'axe de rotation. C'est le cas du volant.

Comme le travail, la puissance vive s'exprime en *kilogrammètres.*

4. **Énergie.** — C'est la propriété que possèdent les corps d'emmagasiner du travail.

En mécanique, on considère plus particulièrement l'énergie *cinétique* et l'énergie *potentielle.*

Dans le premier cas, corps en mouvement, l'énergie s'exprime par $\frac{1}{2} MV^2$ ou $\frac{1}{2} \omega^2 I$ (rotation). Dans le deuxième cas, l'énergie potentielle est communiquée au corps par la position qu'il occupe. Elle a pour expression FL. C'est l'expression d'un *travail.*

L'énergie *totale* d'un corps est la somme des deux premières.

5. **Équivalent mécanique de la chaleur.** — La *calorie* est la quantité de chaleur nécessaire pour élever de *un degré* la température de *un kilogramme* d'eau.

Il y a équivalence entre une quantité déterminée de chaleur et d'énergie.

L'équivalent mécanique de la calorie et de 425 kilogrammètres.

6. **Rendement.** — C'est le rapport du travail utile Tu, ou travail total produit ou absorbé T_t .

Appelons ρ le rendement, on a, dès lors :

$$\rho = \frac{Tu}{T_t} \quad (12).$$

Si l'on considère les puissances, on a identiquement :

$$\rho = \frac{Pu}{P} \quad (13).$$

7. **Unités mécaniques fondamentales :**

1° Le *mètre*, unité de longueur;
2° Le *kilogramme*, unité de force;
3° La *seconde*, unité de temps;

8. **Unités dérivées.** — Unités mécaniques de travail et de puissance :

Le *kilogrammètre*, unité de *travail.*

Le *cheval-vapeur*, qui vaut 75 kilogrammètres, unité de *puissance.* Unités électriques de travail et de puissance :

Le *joule*, unité *d'énergie* ou de *travail*, qui vaut $\frac{1}{9{,}81}$ kilogrammètre, c'est-à-dire 1 kilogrammètre, = 9 joules 81.

Le *watt*, unité de *puissance*, correspond à 1 *joule-seconde.*

Rappelons que 1 *cheval à vapeur*, ou 75 kilogrammètres, vaut $75 \times 9{,}81 = 736$ *joules-seconde* ou 736 *watts* et que le *kilowatt* vaut 1000 watts.

Relativement au cheval-vapeur, le kilowatt vaut :

$$\frac{1000}{736} = 1{,}36 \text{ cheval-vapeur.}$$

9. Système C. G. S. — Rappelons, pour le moment, que ce système a pour unités fondamentales :

1° Le *centimètre* pour les longueurs;

2° Le *gramme-masse* pour les masses;

3° La *seconde* pour les temps, et pour unités mécaniques dérivées :

La *dyne* pour les forces,

L'erg pour le travail (travail de 1 *dyne* déplaçant son point d'application de 1 *centimètre*.

L'erg-seconde pour la puissance.

Nous reviendrons sur ce sujet pour les unités C. G. S. en électricité.

Exercices et applications.

EXERCICE 1. — *Un poids de 120 kilogs tombe de* $6^m,50$ *de hauteur, quel est le travail produit ?*

Solution.

La direction de la force est ici la verticale suivie par le corps dans sa chute. L'expression du travail est dans ce cas, équation (1).

$$T = Q\ L$$

Ici $Q = 120$ kgs, $L = 6^m,50$, donc :

$$T = 120 \times 6^m,50 = 780 \text{ kilogrammètres.}$$

EXERCICE 2. — *Si la chute du poids a duré 1 seconde 35 quelle est la puissance développée en chevaux ?*

Solution.

La puissance en chevaux est donnée par la relation (2) :

$$P = \frac{Q\ L \text{ kilogrammètres}}{75}$$

Ici Q L = 780 kilogrammètres et le travail développé par *seconde* est $\frac{780}{1{,}35}$ la puissance en chevaux est donc :

$$P = \frac{780}{1{,}35 \times 75} = 7{,}7 \text{ chevaux à peu près.}$$

EXERCICE 3. — *Un arbre-manivelle O reçoit sur sa manivelle M un effort de 300 kgs et tourne à 96 tours par minute.*

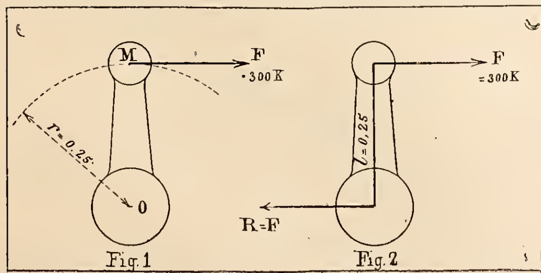


Fig. 1 Fig. 2

La manivelle a $0^m,25$. *1° Quel est le travail produit par tour ; 2° Quelle est la puissance en chevaux transmise par l'arbre ?*

Solution.

1° Le travail correspondant à un tour de la manivelle est donné par la formule (5) $T = 2\pi\ r\ F$, le bouton où est appliqué la force décrivant une circonférence.

Ici on a : $r = 0{,}25$. $F = 300$ kgs, donc :

$$T = 2\pi \times 0{,}25 \times 300 = 471 \text{ kilogrammètres.}$$

2° La puissance en chevaux est donnée par la formule (6)

$$P = \frac{2\pi r F n}{60 \times 75} \text{ on a donc:}$$

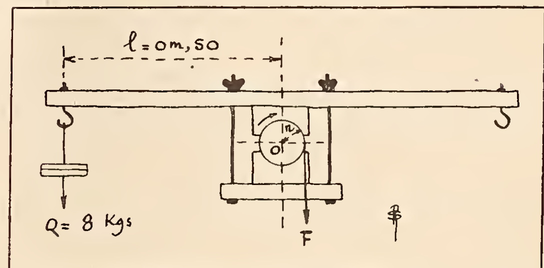
$$P = \frac{2\pi \times 0{,}25 \times 300 \times 96}{60 \times 75} = 10 \text{ chevaux à peu près.}$$

Remarque. — On peut aussi considérer la force F en agissant en M (fig. 1) sur la manivelle, comme formant un couple F, R avec la réaction R de l'axe, parce que nous savons que R = F. On a donc (formules 7 et 8 *bis*) encore :

1° $T = 2\pi \times 0{,}25 \times 300 = 471$ kilogrammètres.

2° $P = \frac{2\pi \times 0{,}25 \times 300 \times 96}{60 \times 75} = 10$ chevaux.

EXERCICE 4. — *Evaluer au frein de Prony la puissance sur l'arbre d'un moteur électrique dont la vitesse, à pleine*



charge, est de 1450 tours par minute. La poulie a un diamètre de 150 millimètres, le bras du frein est de $0^m,50$ *et la charge P de 8 kgs.*

Solution.

Remarquons que ce problème est une application des couples. Lorsque l'équilibre du frein est établi, si Q est la charge, F, la force tangentielle provenant du couple moteur, on a affaire, par rapport à l'axe O, aux deux couples, F*r* couple moteur, Q*l* couple résistant (frottement), qui sont égaux. $Fr = Ql$ et nous savons que l'expression du travail du frottement (force tangentielle, voir paragraphe 2) est donnée par :

$$T = \frac{2\pi F r n}{60 \times 75} \text{ comme } Fr = Ql \text{ l'expression devient}$$

$$T = \frac{2\pi Q l n}{60 \times 75} \text{ puissance du moteur.}$$

Appliquons les données du problème avec $Q = 8$ kgs, $l = 0^m,50$, $n = 1450$ tours, on a :

Puissance du moteur $= \dfrac{2\pi \times 8 \times 0,50 \times 1450}{60 \times 75} =$ 8 chevaux environ.

Remarque. — On voit que l'obtention de la puissance à l'aide du frein est indépendante du diamètre de la poulie. On pourra donc choisir la poulie la plus convenable au cas dans lequel on se trouvera.

Exercice 5. — *Un marteau-pilon de 60 tonnes et de $2^m,10$ de chute tombe sur une pièce de fer; on demande : 1° La valeur de la force vive emmaganisée dans la chute; 2° Quel aplatissement subira la pièce de fer, en supposant constante la résistance du fer et une pression de 2.500 tonnes due à la chute ?*

Solution.

1° La force vive, dans le cas d'une masse tombante, est donnée par la relation (9) $\frac{1}{2}$ M V². Mais comme, d'autre part, le travail de la masse, en tombant, est exprimé par Q L (relation 1), on peut écrire

$$Q\,L = \frac{1}{2} M\,V^2,$$

qui est la relation (10).

Ici $Q = 60.000$ kgs et $L = 2^m,10$ on a donc force vive :

$\frac{1}{2} M\,V^2 = 60.000 \times 2,10 \times 126.000$ kilogrammètres.

2° Appelons P la pression de 2.500 tonnes due à la chute du marteau et e l'épaisseur (en mètres) dont la pièce sera aplatie. Le travail d'écrasement sera $P\,e$. Ce travail est encore équivalent à la force vive emmaganisée dans le marteau et on a :

$$P\,e = \frac{1}{2} M\,V^2,$$

c'est-à-dire :

$$2.500.000\ e = 126.000,$$

d'où :

$$e = \frac{126.000}{2.500.000} = 0^m,0504,$$

soit 50 millimètres, 4.

Exercice 6. — *Un volant de moteur à gaz pèse 6.500 kgs. La vitesse à la jante moyenne, dont le diamètre est de 3 mètres, est de 8 mètres. Quel est le travail emmaganisé par ce volant ?*

Solution.

La force vive est donnée, dans le cas du mouvement de rotation, par l'équation (11)

$$\frac{1}{2}\omega^2 I.$$

Or, le moment d'inertie d'un volant est exprimé, rappelons-le, par $I = M\,r^2$, en désignant par r le rayon moyen. On a donc :

$$\frac{1}{2}\omega^2 M\,r^2$$

Mais $\omega^2 M\,r^2 = V^2$, vitesse tangentielle, la force vive est donc exprimée par :

$$\frac{1}{2} M\,V^2 \text{ ou } \frac{1}{2}\frac{P}{g}V^2$$

Ici on a : $P = 6.500$ kgs; $V = 8$ mètres.

La valeur de la force vive est donc $\frac{1}{2} \times \frac{6.500}{9,81} \times 8^2 = 20.800$ kilogrammètres environ.

Remarque. — On voit que le calcul est indépendant du diamètre du volant.

Exercice 7. — *Quelle est, en chevaux, la puissance sur l'arbre d'un moteur électrique de rendement 0,91 à pleine charge? Ce moteur absorbe, à pleine charge, une puissance de 32 kilowatts.*

Solution.

D'après la relation (13) :

$$P = \frac{P_u}{P_t}$$

donnant le rendement, on a ici, avec $P = 0,91$, $P_t = 32$ kilowatts :

$$0,91 = \frac{P_u}{32} \text{ d'où}$$

$P_u = 0,91 \times 32 = 29,12$ kilowatts.

La puissance disponible sur l'arbre est alors, en chevaux :

$$P_u = 2\pi,12 \times 1,36 = 39,6 \text{ chevaux},$$

soit 40 chevaux en chiffres ronds.

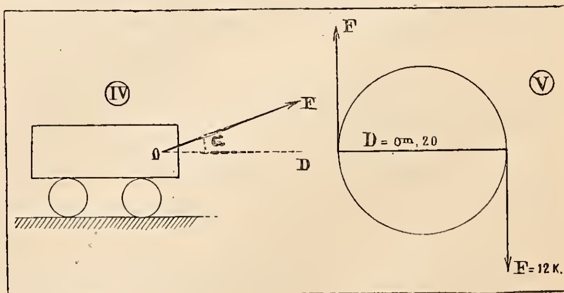
Problèmes proposés aux lecteurs.

Problème 1. — Une chute d'eau d'un débit de 5.400 mètres cubes à l'heure peut actionner, en un certain point, une turbine de 250 chevaux sur l'arbre.

En un autre point de même débit, mais d'établissement plus coûteux, elle permet d'alimenter une turbine de 380 chevaux sur l'arbre et de rendement 0,8.

Calculer la hauteur de chute disponible au second point.

Problème 2. — Un chariot est tiré en O par un effort F de 56 kilos. La direction O D, suivant laquelle se déplace le point d'application O, fait un



angle α de 28° avec O F. Quel est le travail produit sur un parcours de 150 mètres suivant O D. ?

(Fig. IV).

Problème 3. — La vitesse du chariot précédent étant de 4 mètres à la seconde, quelle est la puissance en chevaux nécessaire pour le déplacer à cette vitesse ?

Problème 4. – La poulie d'un moteur électrique de 5 chevaux a un diamètre de $0^m,20$. L'effort à la jante est de 12 kilos. On demande : 1° Le nombre de tours par minute du moteur. 2° La vitesse en mètres à la jante de la poulie. 3° Le couple développé.

(Fig. V).

Problème 5. — Un moteur à courant continu de 15 chevaux est muni d'une poulie sur laquelle est appliqué un frein de Prony dont le bras a $0^m,60$ de longueur utile. Ce bras tire sur un peson, accusant, à un instant donné, une traction de 20 kilos. Calculer la vitesse du moteur à cet instant.

Problème 6. — Le rotor d'un turbo-alternateur pèse 15.000 kilos. La vitesse à la jante moyenne est de 22 mètres. Le diamètre des tourillons de l'arbre est de 250 millimètres et le coefficient de frottement dans les paliers est de $f = 0,18$. Si le régulateur ferme brusquement l'admission, à vide, quel nombre de tours fera le turbo jusqu'à l'arrêt. On néglige les autres résistances (air, vapeur, etc.).

Problème 7. — Une génératrice a une puissance de 350 kilowatts. Quel est le travail en kilogrammètres fourni par cette machine, fonctionnant continuellement à pleine charge, au bout d'une journée de huit heures. Quelle est la puisssance en chevaux de cette génératrice.

R. Sivoine,
Ingénieur E. T. P.

TRIBUNE DES ABONNÉS

*Nous rappelons que l'*Electricien *publie gracieusement les demandes de* renseignements, de conseils, *les* problèmes techniques, *etc., posés par tous ses abonnés. Il fait ensuite appel à tous ceux de ses lecteurs qui sont en mesure de répondre aux questions posées en les priant de vouloir bien adresser aux bureaux de la Rédaction, 47-49, quai des Grands-Augustins, les réponses qu'ils jugeront utiles de faire.*

QUESTIONS

N° 45. — Je désirerais connaître :

1° Le point de fusion et la conductibilité électrique du sulfure d'argent, du sulfure de plomb et du sulfure de cuivre.

2° Y a-t-il des sulfures plus conducteurs de l'électricité que les précédents ? Quels sont-ils ? Quelle est leur conductibilité électrique et leur point de fusion ?

V. Neveux, 46, rue Vital, Paris.

N° 46. — Vous serait-il possible de m'indiquer quelle est la maison qui peut actuellement livrer les accumulateurs Edison (fer-nickel).

N° 47. — Je n'ai à ma disposition qu'un ampèremètre et un voltmètre, ne puis-je pas avec ces seuls appareils mesurer la puissance absorbée par des moteurs triphasés? On peut supposer les ponts également chargés, et les moteurs groupés en étoile.

H.-J Villeurbanne.

RÉPONSES

N° 26. — On peut acheter des lampes Audions directement aux Etablissements Grammont, 10, rue d'Uzès, Paris.

M. J. R.

N° 32. — Un poste central a 70 directions. Si, comme c'est généralement le cas dans les ateliers, vous ne tenez pas au secret absolu des conversations, vous pouvez diminuer le coût de votre installation en mettant le fil de retou *commun à tous les postes*, c'est-à-dire que 2 fils arrivent à chaque appareil, mais l'un (le retour dit-on) rejoint le retour du poste le plus voisin. Quant au système *automatique*, il est plus pratique à condition que vous ayez un mécanicien-électricien capable de vous entretenir le central automatique. Sinon, je crois qu'il est préférable d'installer un central à main.

Fornaro.

N° 42. — La ville de Poissy est desservie par la Société d électricité de Saint-Germain en Laye, en courant triphasé.

N° 41. — 1° Le tableau des coefficients de l'impôt sur le revenu a paru dans le *Journal Officiel* du 18 mars 1918.

2° L'article 10 de la loi du 31 juillet 1919 indique :

Dans le cas où le contribuable juge que son bénéfice imposable doit être calculé à l'aide d'un coefficient inférieur au coefficient unique ou au coefficient minimum fixé par la commission, il a la faculté d'indiquer le coefficient qu'il estime devoir être adopté, et d'en demander l'application, *à condition de fournir les justifications nécessaires.*

N° 46. — Les accumulateurs Edison sont construits par The Electric Storage Battery C° Philadelphia P. A. (Etats-Unis). Vous trouverez les caractéristiques comparées dans l'*Etude résumée des accumulateurs électriques* par L. Jumau (Dunod, éditeur, Paris, 1919).

N° 44. — La détermination du débit des petits cours d'eau fait l'objet d'une étude publiée dans le présent numéro.

ENSEIGNEMENT TECHNIQUE. — Nous avons encore reçu, en réponse à notre « Enquête » (V. Electricien *du 30 septembre et suivants) l'intéressante communication suivante :*

Monsieur le Rédacteur en chef,

C'est avec un très vif intérêt que j'ai lu l'énoncé de l'enquête que vous avez ouverte sur l'enseignement de l'électricité industrielle dans les colonnes de votre revue.

Je me permets d'attirer tout particulièrement votre attention sur un certain nombre d'étudiants qui n'ont pas les moyens de suivre des cours techniques dans des écoles et qui doivent avant tout gagner leur vie ; ils ont néanmoins la ferme volonté de continuer leurs études et de parfaire leur instruction. Pour ces jeunes gens, seuls les cours du soir ou du dimanche matin peuvent présenter de l'intérêt. Existe-t-il des organisations faisant ces cours, conférences, etc..., dont vous parlez, en un mot pratiquant l'Enseignement technique secondaire ?

Oui, du moins à Paris, une association philanthropique a réalisé ce tour de force, de créer des cours, conférences, visites d'usines à des heures accessibles à ceux qui sont obligés de se rendre à l'atelier pour gagner leur vie.

C'est de la Société des Laboratoires Bourbouze dont je veux parler. Elle organise des cours le dimanche matin, de 9 heures à 11 heures, dans les Laboratoires qu'elle a spécialement aménagés à Paris, 40, rue des Alouettes. On y traite de toutes les sciences en général. La partie pratique occupe la presque totalité de ces deux heures, ce sont en quelque sorte plus des séances de manipulations que des cours théoriques. Là, chaque élève peut se perfectionner dans l'étude qui lui est chère, aidé des conseils d'un professeur qui devient rapidement pour lui un véritable ami.

Cette société, sans aucun but commercial, donne cet enseignement gratuitement ; pour suivre ces cours, il suffit d'adhérer à la Société et de payer un droit de casse et d'assurance, le tout s'élève à la somme de 20 francs par an ; au coût actuel de la vie, nous n'avons donc rien exagéré en disant que cet enseignement est gratuit.

De plus l'adhésion des élèves à la Société leur procure d'autres avantages : celui d'assister aux conférences techniques avec projections et cinéma, que la société organise ; aux causeries, aux présentations d'appareils nouveaux, aux fréquentes visites d'usines qui ont lieu le soir ou le dimanche.

Enfin, tous les ans, un voyage d'études à prix réduit, dans une région très industrielle, est organisé par les soins des laboratoires Bourbouze. Ajoutons à cela une bibliothèque importante mise à la disposition des sociétaires, avec prêt gratuit à domicile, un office de déplacement gratuit, une commission de renseignements, chargée d'aider, au point de vue technique, les sociétaires ; nous aurons décrit sommairement le fonctionnement de cette admirable organisation pour laquelle on ne fera jamais trop de propagande.

HEMARDINQUER,
Secrétaire général des Laboratoires Bourbouze.

LE FLUIDE BLEU

M. Jules Laureau, chimiste, nous communique la note suivante :

On savait depuis longtemps, en remontant aux expériences de Franklin et à celles de de Romas, qui furent faites, au même moment, des deux côtés de l'Atlantique, quel était le pouvoir des pointes métalliques pour soutirer l'électricité à l'atmosphère. On connaît assez, par les puissantes manifestations du fluide de l'air, par les jours d'orage, avec quelle énergie il peut se produire. Mais cette puissance n'a plus, depuis longtemps, fixé l'attention des électriciens. Nous avons pensé que le moment était venu de leur rappeler cette source inépuisable où l'électricité est toute faite et où il ne s'agit que de la prendre. Il y a là un champ nouveau plein d'avenir pour les électriciens qui se spécialiseront dans cette voie.

Après avoir employé à nos recherches le cerf-volant classique, nous fîmes un appareil aérien captif par tous les temps : par le temps calme comme par les plus grands vents : le cerf-volant ballonné. Cet appareil réunit les avantages du cerf-volant et ceux du ballon. Et même quand le ballon arrive à perdre de son gaz, si peu qu'il en reste, l'appareil fonctionne encore. Il n'y aura lieu, dans la pratique, que de recharger de gaz le ballon, de loin en loin, et d'avoir toujours en réserve un autre appareil prêt à être gonflé et à partir. Cet appareil consiste en un ballon fusiforme muni de chacun des côtés d'une aile, représentant la moitié d'un cerf-volant de la longueur du ballon. Il est retenu au sol par un câble goudronné ayant comme âme un fil de cuivre conducteur.

Ce fil de cuivre aboutit à la partie supérieure de l'appareil où il est en contact avec la base d'une gerbe de pointes métalliques en cuivre rouge, dorées pour la préserver de l'oxydation. Cette gerbe est formée de 5 pointes disposées à égale distance de celle du milieu. En multipliant ainsi les pointes, on peut soutirer le fluide bleu d'une manière moins brusque, par les temps nuageux, plus intense par les temps sereins, qu'avec une seule pointe.

Le fluide bleu pourra être obtenu de l'atmosphère par tous les temps, même par ceux de la pluie ou du temps serein. Nous avons toujours eu par des temps très clairs, qui n'avaient aucun nuage à l'horizon, de l'électricité suffisante pour charger rapidement nos bouteilles de Leyde. Avec les temps orageux, le courant est extrêmement fort et le carillon fonctionne d'une manière folle. Mais, hâtons-nous de le dire, rien à craindre pour l'opérateur de ces manifestations tumultueuses, à la condition qu'il y ait toujours une bonne communication avec la terre. Aux condensateurs il y aura aussi une communication parfaite d'établie entre eux et la terre, à pouvoir utiliser au premier moment venu.

Un avantage de ces installations aériennes, quoique secondaire dans l'application du fluide bleu, sera de mettre à l'abri des orages : grêle, foudre, un grand espace sur celui où on opérera plusieurs fois, 4 à 5 fois, le rayon occupé par la hauteur qui existera entre l'appareil aérien et les éminences qui s'en rapprocheront le plus. Il y aura certainement là, non seulement pour les villes, mais surtout pour l'agriculture, la viticulture, des avantages marqués.

Quant aux dépressions qui se produisent dans l'atmosphère et qui amènent la pluie, diluvienne parfois, nous ne pouvons pas encore nous prononcer sur les avantages qu'il y aurait avec le fluide bleu ; mais le champ est ouvert aux chercheurs de bonne volonté.

Où il pourrait y avoir une action heureuse du fluide bleu, ce serait dans l'installation d'appareils aériens lancés par temps d'épidémie avec court-circuit continuel établi au-dessus des localités contaminées, et où le fluide bleu ne s'occupant pas du nom, ni de la nature, ni de la culture des microbes, les détruirait tous, sans exception, et ramènerait d'une manière constante, l'air respirable à son état normal débarrassé des miasmes organisés. Avec des appareils en permanence, il y aurait là une épuration complète et rapide de l'air.

Rien ne dit aussi que l'emploi raisonné de fluide bleu, qui ne coûtera pour ainsi dire rien en agriculture pour accélérer la croissance des végétaux, ne vienne aider considérablement la nature. Jules LAUREAU.

Le Gérant : L. DE SOYE.

35e Année. — No 1242. 15 Décembre 1919.

L'ÉLECTRICIEN

Revue Internationale de l'Électricité & de ses applications

PARAISSANT LE 15 ET LE DERNIER JOUR DE CHAQUE MOIS

Rédacteur en Chef : Maurice SOUBRIER

ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE
PROFESSEUR ADJOINT D'ÉLECTRICITÉ INDUSTRIELLE AU CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIERS

SOMMAIRE

Choix et vérification de moteurs usagés : **L. Depierris.** — Le split phase. — Exploitation en mono-triphasé : **A. Tétrel.** — Recherche des défauts de câbles haute tension : **G. Lebaupin.** — Disposition de tableau originale : **R. Wolff.** — Alimentation des tramways et métropolitains en continu : **F. Guéry.** — Généralisation de l'électricité. — Les réseaux ruraux. — Inventions et procédés nouveaux. — L'Ecole de l'*Electricien.* — Enseignement pratique de l'électricité : **Sivoine.** — Tribune des abonnés. — Echos et renseignements commerciaux. — Bibliographie. — Offres et demandes d'emplois et de matériel.

RENSEIGNEMENTS PRATIQUES

Choix et vérification de moteurs électriques usagés.

Dans une précédente étude (1), nous avons indiqué les méthodes d'essai et d'estimation des génératrices ou moteurs à courant continu. L'auteur examine ici les problèmes analogues pour les différents moteurs à courant alternatif que les conditions industrielles obligent souvent à rechercher parmi le matériel d'occasion et pour lesquels un examen sérieux s'impose avant mise en service.

CAS DES MOTEURS A COURANT ALTERNATIF

Quelle que soit la forme du courant, il faut procéder à l'essai d'isolement des circuits : stator et rotor, et les résultats de cet essai doivent être interprétés comme nous l'avons déjà indiqué.

On doit faire un essai d'isolement spécial pour chaque phase si l'on a affaire à du courant diphasé ou triphasé, et surtout pour les circuits du stator ; il est même bon de s'assurer que les différentes phases du stator ne sont pas rompues par un essai simple au moyen de piles et sonnerie ou d'une lampe si l'on a du courant à sa disposition. Toutefois, en général, l'essai d'isolement suffira : en effet, une phase grillée est presque toujours à la masse, car l'isolant a été aussi brûlé et l'isolement mesuré est nul.

L'examen des organes constitutifs de la machine se simplifie ici par suite du fait que la construction est plus simple dans l'ensemble et que cette machine ne comporte pas de collecteur ni dans la plupart des cas de pièces frottantes aussi délicates que les porte-balais et balais des machines à courant continu.

On sait que les moteurs à courant alternatif peuvent se diviser en deux grandes catégories : les moteurs à induit en court-circuit ou à cage d'écureuil et les moteurs à induit bobiné à bagues. Les premiers, sauf dans des cas spéciaux, sont utilisés jusqu'à la puissance de 2 HP à 2,5 HP. A partir de cette puissance, les secteurs, en général, exigent des induits bobinés.

1o Moteurs à induit bobiné.

Pour éviter que le courant passe continuellement dans les balais et que ceux-ci frottent en permanence sur les bagues, les moteurs à induit bobiné sont souvent munis d'un système de mise en court-circuit des bagues et de relevage des

(1) Voir *Electricien* du 15 octobre 1919.

balais. Les deux opérations doivent se faire simultanément grâce à un dispositif qui empêche d'une façon absolue toute fausse manœuvre.

Remarques sur le dispositif de court-circuitage des bagues et de relevage des balais.

Ce dispositif est un organe qu'il importe de bien examiner afin de ne pas avoir d'ennuis lorsque le moteur sera monté et mis en service.

A notre avis le dispositif le plus rationnel devrait être constitué de la façon suivante (voir figure 1) :

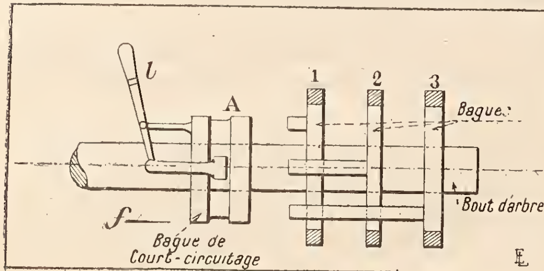


Fig. 1.

A est une pièce cylindrique qui vient court-circuiter les bagues 1, 2, 3 reliées aux trois phases du stator par les pièces métalliques *a*, *b*, *c* quand le levier *l* fait mouvoir la partie A dans le sens de la flèche *f*.

On peut d'ailleurs profiter de ce mouvement horizontal dans le sens de *f* pour obtenir ainsi le relevage des balais. Et à cet effet la pièce A peut être constituée comme elle est représentée en A' (fig. 2).

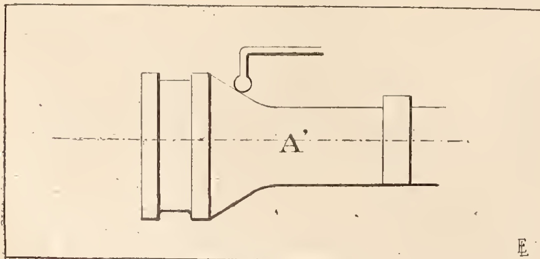


Fig. 2.

On est souvent en présence de dispositifs mal conçus et l'examen doit surtout être attentif et rationnellement conduit si l'on se trouve devant une marque de moteurs dont la renommée n'est pas bien établie au point de vue de la construction.

D'une façon générale, il faut :

1° Que l'on ait affaire à de larges surfaces de contact entre parties frottantes.

2° Que l'effort du levier soit conçu de telle sorte qu'il ne se produise pas, après un service de peu de durée, une usure des pièces constituant le dispositif de relevage.

L'effort ne doit pas, par exemple, porter sur un simple goujon *g*, comme cela existe dans le dispositif représenté par la figure 3. Après quelques manœuvres, par suite du jeu et de l'usure, ce dispositif fonctionnera mal et au bout de quelque temps une réparation et le changement du goujon deviendront nécessaires.

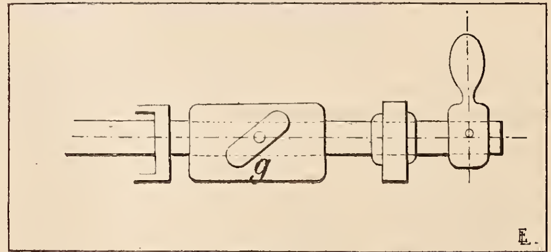


Fig. 3.

Conclusions que l'on peut déduire de la connaissance de l'intensité rotorique des moteurs à courant alternatif.

La plaque des moteurs à courant alternatif porte en général les indications suivantes : voltage, puissance (en chevaux), vitesse, fréquence, marque du constructeur. Parfois ces indications sont complétées par l'intensité rotorique. C'est l'intensité du courant qui circule dans le rotor, lorsque le moteur fournit la puissance normale.

Si cette indication n'est pas donnée sur la plaque, on peut toujours arriver à la connaître, puisqu'on a le nom du constructeur et le type du moteur. Les constructeurs donnent ce renseignement sur une simple demande, car, comme nous le verrons plus loin, cette donnée est indispensable pour le choix ou la fabrication du rhéostat de démarrage.

Pour des moteurs de construction différente, ayant mêmes caractéristiques, c'est-à-dire mêmes tension, puissance, fréquence et vitesse, l'intensité rotorique peut beaucoup varier suivant les constructeurs.

Ainsi un moteur triphasé Thomson-Houston, ancien type, R^8 — 200 volts — 50 périodes — 9 chevaux, 1.500 tours, a une intensité rotorique normale de 88 amp. alors qu'un moteur AEG, type D 1500/10, 200 volts, 50 périodes, 10 chevaux, 1500 tours, a une intensité rotorique de 40 ampères. On indique pour ce moteur éclairage électrique de même puissance, type H-4 pôles, une intensité rotorique à peu près égale, soit 37 ampères.

D'une façon générale, on peut dire, sans que

cette critique soit absolue, que dans les moteurs bobinés comportant une intensité rotorique assez élevée, on a cherché une économie de cuivre dans le rotor et que, par conséquent, ceux-ci sont d'une construction moins soignée.

Le rotor est évidemment un organe qui tourne et dont le refroidissement est assuré par une ventilation toujours puissante. Mais dans certains cas, et surtout pour des moteurs de firmes peu connues, il est bon de se méfier et, si l'on constate que l'intensité rotorique est exagérée, de n'acheter le moteur que sous réserve. Après quelques heures de marche à pleine puissance on pourra vérifier si l'échauffement du rotor reste bien dans les limites exigées.

On doit donc procéder de la façon suivante : si l'intensité rotorique n'est pas indiquée sur la plaque, on la demande au constructeur. Ensuite on compose avec l'intensité du moteur ayant mêmes caractéristiques que l'on prend dans le catalogue d'un constructeur offrant toutes garanties, car certains constructeurs font figurer cette donnée dans leurs catalogues (Eclairage électrique, Thomson, AEG).

Remarque. — Dans les moteurs nouveau type de la Thomson, on a diminué l'intensité rotorique.

Rhéostat de démarrage.

Nous avons déjà dit que le rhéostat de démarrage est un appareil que l'on manœuvre fréquemment. Quand on veut acheter une machine d'occasion, il arrive donc souvent, comme pour les moteurs à courant continu, que ce rhéostat soit détérioré. Au lieu de faire réparer cet appareil, il est souvent plus pratique d'en faire construire un nouveau par un constructeur spécial de rhéostats, qui, en général, peut le fournir dans un délai très bref.

La connaissance de l'intensité rotorique permet de calculer très facilement la résistance qui doit être intercalée au démarrage dans le circuit du rotor.

Prenons le cas des moteurs triphasés.

Soit Pa, la puissance au démarrage en chevaux.

R, la résistance d'une branche du rotor (qui est généralement monté en étoile) exprimée en ohms.

I, l'intensité rotorique en ampères.

On applique la formule :

$$3\ RI_d{}^2 = 736 \times P_d.$$

On admet, en fait, que le moteur se comporte comme un transformateur et que la puissance au primaire (stator) $736 \times P_d$ en watts = la puissance absorbée au secondaire (rotor) $3\ RI^2$ et qui apparaît sous forme de chaleur à dissiper.

$$\text{d'où } R = \frac{736 \times P_d}{3\ I_r{}^2}$$

La puissance au démarrage est indiquée par le constructeur. On peut prendre comme règle générale, que pour le démarrage au couple normal, la puissance au démarrage est égale à peu près à la puissance absorbée à pleine charge. Il est bon toutefois de majorer légèrement cette puissance.

2° Moteurs avec induit à cage d'écureuil.

Aucune des questions précédemment envisagées ne se pose pour les induits à cage d'écureuil de faible puissance. On sait que leur fabrication est des plus simples.

Si le rotor est de construction assez soignée, il est particulièrement robuste, et très rarement détérioré. Il suffit donc d'examiner attentivement le stator.

On construit souvent des moteurs à cage de faible ou moyenne puissance pour des vitesses de 3.000 tours à vide. Et, dans ces cas, les paliers sont constitués avec des roulements à billes. Ces organes sont souvent assez délicats à cause de la constitution des billes qui, surtout en ce moment, ne sont pas faites avec l'acier spécial que réclame leur fabrication. Dans ce cas, on aura donc intérêt à s'assurer qu'il n'y a pas de grippage et que les coussinets sont en bon état.

On construit aussi pour des usages spéciaux : pompes rotatives, ventilateurs, etc..., des moteurs avec induit à cage à 3.000 t : m, de puissance assez considérable, et attaquant directement les machines. Le démarrage se fait par auto-transformateur pour des puissances dépassant 50 HP, ou par de simples interrupteurs étoile-triangle. Dans ce cas, on utilise aussi des paliers à billes. Il est évident que pour ces moteurs assez puissants, l'examen des paliers, du stator et des appareils de démarrage, doit être particulièrement attentif.

CAS DES MOTEURS MONOPHASÉS.

On sait que le démarrage des moteurs monophasés se fait à l'aide d'un enroulement auxiliaire qui se trouve dans le stator. En fait, ces moteurs démarrent, grâce à cette phase auxiliaire, en moteurs diphasés. A cet effet, le rhéostat spécial est muni d'une bobine de self-induction qui décale le courant passant par la phase auxiliaire.

Mais, même avec cet artifice, les moteurs monophasés ne peuvent démarrer qu'à vide ou à très faible charge. Il arrive souvent, par suite de toutes sortes de circonstances, que, le moteur ayant démarré à trop forte charge, la phase auxiliaire soit grillée.

Dans le cas de moteurs monophasés, l'attention doit donc se porter principalement sur cette phase auxiliaire et on a tout intérêt à s'assurer par un

moyen à sa portée qu'il n'existe dans cette dernière aucune rupture.

Il faut aussi s'assurer que le rhéostat est complet, car la fabrication d'un rhéostat avec bobine de self est assez spéciale. Si le rhéostat n'était pas en bon état, on ne pourrait plus s'adresser à un constructeur de rhéostats qui a besoin de certaines constantes et données que l'on n'obtient pas facilement du constructeur. Il faudrait donc s'adresser directement à ce constructeur. On risque fort, ainsi d'attendre pendant très longtemps le rhéostat commandé.

Il nous semble utile de rappeler ici que l'emploi des moteurs monophasés doit être évité lorsqu'il se produit des surcharges importantes, et même si ces surcharges sont de peu de durée. On sait, en effet, qu'il se produit dans ce cas un décrochage du moteur. Il faut donc, dans ce cas, étudier un mode de commande plus compliqué ou avoir recours à des artifices tels que l'emploi d'un volant, etc.

MOTEURS TRIPHASÉS A 200 VOLTS OU 115 VOLTS

Les secteurs distribuant la force motrice en triphasé 200 volts dans la plupart des cas, les moteurs triphasés sont en général établis pour cette tension d'alimentation de 200 volts.

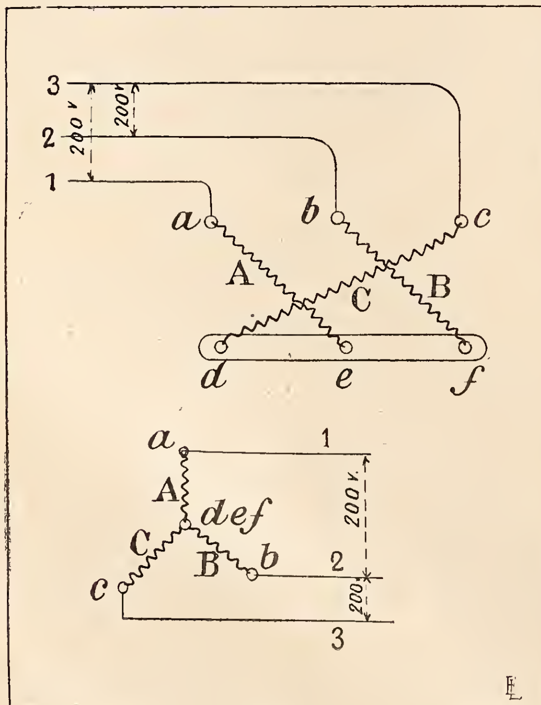


Fig. 4.

Toutefois certains secteurs distribuent à 110 ou 115 volts.

Il faut bien se rendre compte que, presque toujours, un moteur triphasé à 200 volts peut être utilisé sous 115 volts (ou 110 volts).

En effet, le stator de ce moteur est le plus souvent monté en étoile pour 200 volts de la façon suivante (fig. 4).

A, B, C représentent les 3 phases du stator. Chaque phase a en général ses deux extrémités sorties sur la boîte à bornes.

A en *a* et *e*.
B en *b* et *f*.
C en *c* et *d*.

Une barre de connexion *d e f* relie les 3 bornes inférieures assurant ainsi la formation du point neutre.

Il suffit d'enlever la barre *d e f* et de relier *a d*, *b e*, *c f*. (fig. 5). On a ainsi un montage en triangle. Le stator peut alors être alimenté par du courant à 110 ou 115 volts.

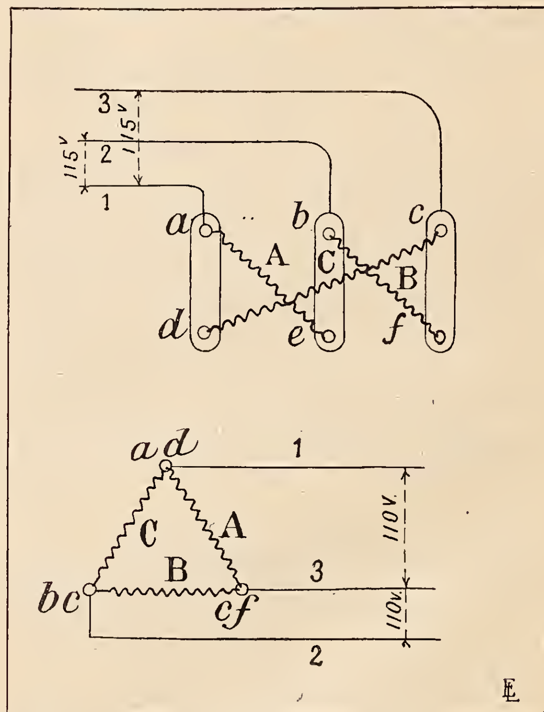


Fig. 5.

Remarques sur les moteurs à grande vitesse.

Comme tout le monde le sait, les moteurs triphasés se construisent pour une fréquence de 50 périodes à 2 pôles, 4 pôles, 6 pôles ou 8 pôles. Sauf pour des applications spéciales on ne dépasse pas

8 pôles pour des puissances allant jusqu'à 50 HP.

Ce nombre de pôles correspond respectivement à 3.000 t : m. — 1.500 t : m. — 1.000 t. : m. — 750 t. : m. Nous avons remarqué assez souvent que, pour des cas de commandes normales, on recherchait et on s'en tenait au type courant de 1.500 t : m.

Ou bien, si l'on a affaire à une machine tournant assez lentement, on cherchait en vain un moteur à faible vitesse.

Il arrive que l'on trouve des moteurs à 3.000 t. : m. dans les puissances cherchées, parce que ces moteurs sont moins utilisés ; et il arrive encore plus fréquemment que lorsqu'on cherche un moteur à 600 t : m, par exemple, pour une machine spéciale, on ne trouve que des moteurs à 1,500 t : m.

Il ne s'agit pas alors de désespérer dans ses recherches, ou de perdre un temps précieux comme nous avons souvent constaté.

L'enrouleur de courroie, qui est très peu utilisé en France, permet de se servir des moteurs possédant une vitesse relativement élevée pour l'emploi que l'on veut en faire.

Nous nous proposons de revenir prochainement sur cette question des enrouleurs que nous considérons comme assez importante pour donner lieu à un article spécial.

Nous rappellerons toutefois que :

1° Avec une commande par poulies et courroie, on ne peut dépasser un rapport de vitesse de

$$\frac{1}{6} \text{ à } \frac{1}{7}$$

2° Avec l'adjonction d'un enrouleur on peut aller jusqu'à un rapport de :

$$\frac{1}{12} \text{ à } \frac{1}{15}$$

Léon DEPIERRIS,
Ingénieur E. S. E.

LE SPLIT-PHASE

Exploitation en mono-triphasé
DU NORFOLK AND WESTERN RAILWAY (Etats-Unis).

Dans le précédent article (1), *l'auteur a décrit les installations en mono-triphasé* (*split-phase*) *de cette ligne américaine. On trouvera ci-dessous l'étude critique de l'exploitation de ce système et les conclusions pratiques qui en découlent.*

Dans les gares, la suspension de la ligne caténaire est constituée par des fils transversaux en acier galvanisé, ayant parfois une très grande portée, fixés sur des pylônes en acier très hauts et haubannés, s'il y a lieu.

Le fil de contact est constitué par un fil de cuivre rainuré de 10,4 millimètres de diamètre. Cette section est suffisante pour éviter l'emploi de feeders supplémentaires pour distribuer le courant aux locomotives. Ce fil se trouve à une hauteur uniforme de 7^{m}, 315 au dessus de la table de roulement des rails, le désaxement maximum étant de 0^{m}, 305. Au dessus du fil de contact, se trouve un fil porteur auxiliaire soutenu lui-même par le fil principal de suspension.

Dans les parties en alignement droit la traverse horizontale du portique porte, pour chaque voie, une console en acier coulé à laquelle est fixée une suspension composée de 3 isolateurs Locke. Chacun d'eux pouvant résister à une tension de service de 11.000 volts, l'ensemble peut résister à une tension triple de celle de la ligne. Ils sont en porcelaine, ont un diamètre de 20 centimètres et une longueur de 127 millimètres ; leur résistance maxima à la traction est de 5.500 kilos environ.

Par suite de la flèche du câble porteur principal, la longueur variable des pendules a été calculée de façon que le fil porteur auxiliaire et le fil de travail soient parallèles à la voie.

Le fil de contact est sectionné longitudinalement lorsque cela est nécessaire, mais les dispositions adoptées sont telles que les locomotives peuvent circuler sans qu'il y ait interruption dans leur alimentation.

Lorsque la voie est en courbe, les pendules de suspension du fil porteur auxiliaire sont espacés de 15 pieds (4^{m},60 environ), et les griffes qu'ils portent soutiennent à la fois le fil porteur auxiliaire et le fil de contact.

Dans les gares, la ligne est suspendue par des fils

(1) Voir *Electricien* du 30 novembre 1919.

transversaux isolés par une double chaîne d'isolateurs, et le fil porteur auxiliaire est supprimé ; le fil de contact est alors suspendu aux griffes des pendules. Par suite, la ligne de contact dans les gares est moins flexible que si elle comportait un fil porteur auxiliaire ; mais, la vitesse des trains étant réduite, les résultats obtenus sont satisfaisants.

Dans le tunnel d'Elkhorn, on a dû adopter des dispositions spéciales. Tous les 23 mètres environ on a fixé, dans le revêtement en briques et de chaque côté du tunnel, une ferrure supportant, au moyen d'un isolateur à 44.000 volts, un tube de laiton de 50,8 millimètres de diamètre, disposé parallèlement à la voie. Sur ce tube de laiton est monté un tube transversal cintré suivant la voûte du tunnel et qui supporte à son tour le fil de travail en bronze par l'intermédiaire d'un nouvel isolateur. La ligne aérienne est ainsi pourvue d'un double isolement par rapport à la terre.

Le fil porteur principal, constitué par un câble en acier galvanisé de 12,7 millimètres de diamètre, ayant une résistance à la rupture supérieure à 13.200 kilos, est fixé par des cosses forgées, étudiées spécialement pour pouvoir résister à la tension de ce câble, dans une chape en fonte malléable scellée dans la base de l'isolateur. Cette chape déborde le fil porteur de façon à ce que, dans le cas d'un défaut d'isolement, l'arc jaillisse entre la chape et la chaîne des isolateurs, ce qui évite la rupture du fil porteur. La flèche moyenne de ce dernier est de $1^m,52$ pour une portée de $91^m, 50$; elle varie proportionnellement pour les autres portées.

Tous les 30 pieds (9^m, 15), le câble porteur principal supporte des pendules ou tiges verticales en acier galvanisé, munis de pinces dans lesquelles est pris un fil porteur auxiliaire constitué par un fil de de 8,25 de diamètre, en acier ou en cuivre, selon que l'on désire obtenir une grande résistance mécanique ou une grande conductibilité. Le fil porteur auxiliaire supporte le fil de travail au moyen de griffes doubles, distantes de 15 pieds ($4^m,60$ environ), disposées de façon à être équidistantes de celle supportant le fil porteur auxiliaire. Il en résulte pour la ligne une grande flexibilité améliorant le fonctionnement de la prise de courant.

Perturbations causées aux lignes télégraphiques et téléphoniques. — Tout d'abord on a dû déplacer la ligne de poteaux télégraphiques qui, à l'origine, passait fréquemment d'un côté à l'autre de la voie et on l'a reportée le plus loin possible au nord de la voie pour parer au danger de contact accidentel entre les fils télégraphiques et les fils de transport d'énergie à haute tension, en cas de rupture de ces fils.

En second lieu, le nombre de sous-stations adopté (cinq, comme nous l'avons vu) est plus grand que cela eût été nécessaire par la seule considération de la chute de tension et des pertes Joule, et les sous-stations extrêmes ont été établies aux points terminus de la ligne. Il en résulte que toute section de fil de contact est alimentée de deux côtés et que par conséquent le courant y circule dans les deux sens, ainsi que dans la voie, ce qui a pour effet de neutraliser notablement les forces électromotrices induites dans les fils télégraphiques et téléphoniques.

En troisième lieu, on a cherché à supprimer les courants vagabonds à travers la terre, en les obligeant à passer par le rail. Pour cela, on emploie des *transformateurs-suceurs*, transformateurs de rapport sensiblement égal à l'unité, dont le primaire est intercalé dans le fil de contact et le secondaire dans le circuit du rail. Ces appareils, distants les uns des autres de 1.600 mètres environ, sont montés sur le portique des signaux, les connexions avec la voie étant soigneusement établies. En admettant même, ce qui n'est pas complètement exact, qu'on obtienne le retour complet du courant par le rail, on voit que le circuit perturbateur a pour surface celle qui va du fil de contact au rail, c'est-à-dire qu'il présente une largeur supérieure à 7 mètres.

Ajoutons enfin que pour réduire encore au minimum les courants vagabonds l'éclissage électrique de la voie a été très soigné. Le système employé consiste essentiellement en un câble de 915 millimètres de longueur formé de 37 torons de fil de cuivre d'une section totale de 38,5 millimètres carrés ; il est muni, à ses extrémités, de cosses qui sont fixées dans le rail par mandrinage.

Il paraîtraît que la protection obtenue pour les lignes télégraphiques et téléphoniques n'est pas absolument suffisante, et que les courts-circuits ou surintensités diverses qui se produisent constamment dans une ligne de traction provoquent des dérangements notables dans les lignes envisagées.

Entretien de la ligne aérienne. — Dans un bâtiment construit à Bluestone, sont centralisés les services de surveillance et d'entretien de la ligne aérienne. Sur une voie d'évitement voisine de ce bâtiment est stationné un train toujours prêt à partir dans le cas de réparations de grande urgence.

L'entretien courant de la ligne est assuré par des équipes de 3 à 5 hommes disposant de petites voitures à essence circulant sur les voies. Elles portent tout le matériel nécessaire et en particulier des échelles en bois imprégné permettant, par temps sec, de travailler sur les fils sans couper le courant.

Le long de la voie court une ligne téléphonique



Fig, 1. — Type de suspension caténaire dans une gare du Norfolk Railway
(Hauteur du fil de travail, 7m,52 au-dessus du rail.)

avec appareils distants au maximum de 1.600 mètres, disposés sur les portiques de signaux et permettant de correspondre avec la Centrale qui peut, par suite, être informée des avaries survenues à la ligne ou aux trains.

Le personnel total d'exploitation pour l'atelier, l'usine et la ligne aérienne comprend 260 hommes.

Atelier de réparations. — Il est situé à Bluestone non loin de l'usine génératrice et mesure 45 mètres sur 20 mètres environ. On y assure l'entretien et la réparation de la partie électrique des locomotives et du matériel de la Centrale. Le personnel comprend 136 ouvriers.

L'atelier (fig. 2) comporte deux fosses principales courant sur toute la longueur du bâtiment et pouvant recevoir chacune une locomotive complète, soit deux unités. Ces fosses, construites en béton, sont pourvues de canalisations électriques et d'air comprimé pour l'éclairage et la force.

A l'extrémité ouest de l'atelier se trouve une petite fosse à roues, reliée aux deux autres au moyen d'une fosse transversale. Cette dernière comporte une voie étroite de manœuvre sur laquelle circulent des vérins à air comprimé qui servent à descendre les trains de roues, à les remonter et à les amener sur la voie d'atelier devant le tour à roues.

L'une des voies principales de l'atelier est utilisée d'une façon presque exclusive pour l'inspection. Dans ce but, on a disposé, latéralement à cette voie, une plate-forme de 34 mètres de longueur située à 3m,85 au dessus des rails.

L'ensemble de l'atelier est desservi par un pont roulant équipé avec 4 moteurs électriques et muni de 2 treuils ayant une puissance respective de 27 tonnes et de 4,5 tonnes.

Résultats obtenus. — Le principal but que l'on s'était proposé, l'accroissement de capacité de la ligne, a été en partie réalisé. Nous disons en partie seulement, car le nombre de locomotives est très insuffisant et beaucoup de trains sont encore remorqués par des machines à vapeur. Chaque locomotive électrique fait en moyenne 240 kilomètres par jour et ne devrait théoriquement subir qu'une visite par an. En réalité elle passe à l'atelier beaucoup plus fréquemment par suite des nombreuses avaries qui se produisent.

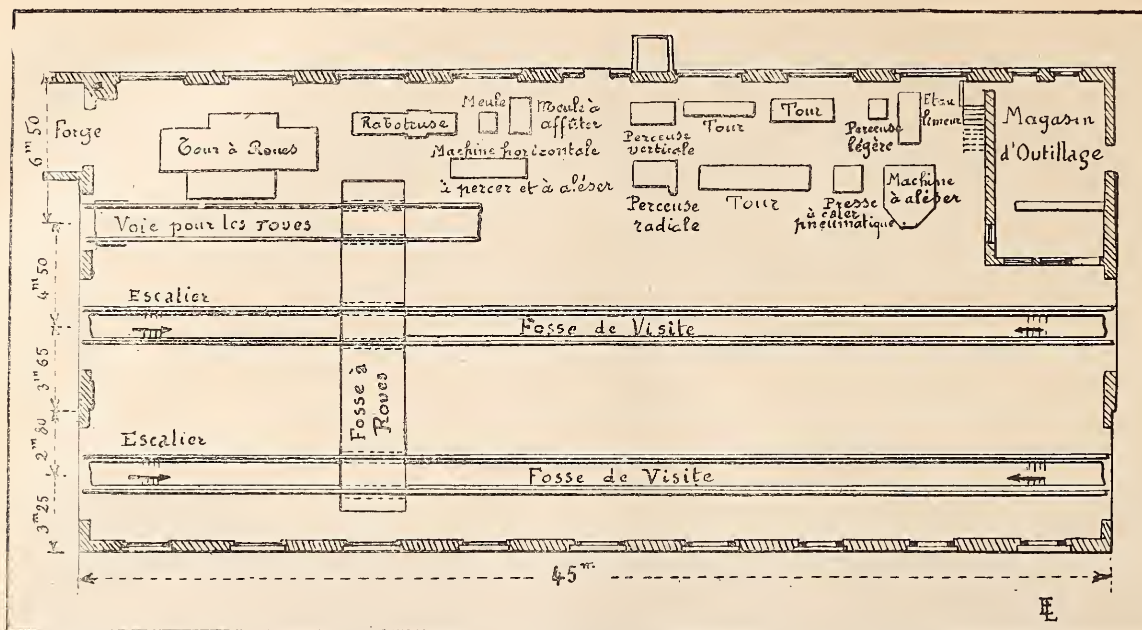


Fig. 2. — Plan de l'atelier du matériel roulant. — Capacité : réparation de deux locomotives à la fois.

Le point faible de la locomotive est le convertisseur de phases dont le rotor est souvent brûlé. Cet appareil ne semble pas encore au point et d'ailleurs il est évident, en vertu de son principe même, qu'il sera toujours très délicat, parce qu'il doit avoir une puissance très grande sous un petit volume. Sa théorie ne paraît pas encore bien établie et il est probable que les phénomènes sont plus complexes qu'il n'apparaît au premier abord.

Pour remédier au déséquilibrage des phases et pour améliorer le facteur de puissance rendu très bas par suite des courants déwattés dus non seulement aux moteurs triphasés, mais encore au convertisseur de phases, on a pensé à le remplacer par un convertisseur synchrone. On a également songé à faire un bobinage triphasé sur le convertisseur de façon à éviter le montage Scott.

L'idée de mettre un moteur synchrone avait été rejetée au début parce que l'on craignait son décrochage en cas de rupture du courant au pantographe. Il semblerait que cette crainte serait atténuée du fait des résultats excellents obtenus avec la ligne caténaire actuelle.

Les moteurs sont souvent avariés, les stators principalement ; il se produit des arcs violents aux balais des rotors. La nature du courant d'alimentation doit jouer un rôle important dans ces avaries. Il est probable en effet que c'est du mauvais triphasé et que les intensités sont très déséquilibrées.

D'autre part, le diamètre des roues varie de 62 à 60,5 pouces ; cela suffit pour créer de grosses différences dans les puissances absorbées par les moteurs d'une même locomotive actionnant des roues de diamètres différents. Théoriquement, on doit compenser l'écart au moyen de rhéostats liquides ; le wattman ne perd pas de vue ses ampèremètres et agit presque constamment pour répartir la charge sur les moteurs. Il y arrive d'ailleurs rarement, principalement au démarrage, et très souvent certains moteurs travaillent avec une surcharge exagérée alors que d'autres ne prennent rien.

Il faut convenir que le matériel est très brutalisé par suite de certaines difficultés inhérentes à la nature même des trains. Ces derniers sont en effet très longs et très lourds (3.250 tonnes en moyenne). En rampe, ils sont toujours remorqués par deux locomotives, une en tête et une en queue ; il est en effet nécessaire de disposer une partie de la force motrice à l'arrière, afin d'éviter une tension excessive des attelages des wagons. Les mécaniciens ne pouvant ni se voir ni entendre leurs signaux, on a dû adopter une réglementation spéciale. Malgré cela, il arrive parfois que la locomotive de queue reçoit le signal d'avancer une minute et plus avant que la locomotive de tête puisse se mettre en marche. La locomotive arrière se trouve par suite exercer sur place un effort de traction maximum avant que le train ne se mette en marche.

Lors de l'arrêt d'un train sur une rampe, le mé-

canicien de tête ramène son régulateur à zéro et freine le premier, celui de queue continuant à pousser de façon à serrer les attelages. Au moment du départ, le mécanicien de tête débloque le train, fait une tentative de démarrage, puis coupe. Les attelages se détendent d'abord légèrement, puis toute la rame se tasse de nouveau sur la machine de queue restée bloquée qui retient alors tout le train. Au bout d'un certain temps, que l'expérience a fixé à 15 secondes, nécessaire pour opérer le changement de marche sur la machine de tête, les deux mécaniciens démarrent simultanément. Mais ce sont là des données purement théoriques, rarement réalisées dans la pratique. Bien que les wattmen aient acquis pour cette manœuvre une grande habileté, il arrive souvent que l'une des machines démarre trop tôt et soit calée ou patine, surtout lorsque le rail est humide ou que les freins ne se sont pas desserrés assez rapidement. On comprend que, dans ces conditions, le matériel électrique se trouve fortement malmené.

Signalons encore que le châssis des locomotives a beaucoup à souffrir de la mauvaise répartition des efforts et qu'on a dû le renforcer considérablement, bien que, primitivement, il fût déjà très robuste.

Par contre, la récupération s'opère très facilement et se montre efficace. Elle n'exige aucune manœuvre spéciale. Une seule locomotive peut retenir sur les pentes un train deux fois plus lourd que celui qu'elle peut remorquer.

Mais, dans tous les cas, marche normale ou récupération, le facteur de puissance est très faible et l'intensité circulant dans le trolley est considérable, aussi bien que la tension d'alimentation. Il arrive parfois que le fil rougit.

Résultats financiers. — Actuellement le trafic journalier comporte 10 à 12 trains de charbon de 3.250 tonnes de Vivian à Bluefield et autant de trains de matériel vide en sens contraire, 4 trains de marchandises diverses de 2.000 tonnes dans chaque sens et 5 trains de voyageurs dont deux express (700 tonnes), dans chaque sens.

Voici quelques chiffres relatifs aux frais d'exploitation, évalués en dollars :

	ANNÉES			
	1915	1916	1917	1918
Nombre de locomotives-miles : marchandises		342.265	378.523	478.318
voyageurs		18.451	2[illegible].542	24.122
spécial		28	28	
manœuvres		19.335	25.538	3[illegible].047
Total		380.079	426.631	534.487
Frais d'entretien des locomotives	35.730	107.256	166.248	225.346
Frais d'entretien de la locomotive-mile		0.282	0.39	0.42
Frais d'entretien de la ligne de transmission	3.391	385	155	185
Frais d'entretien de la Centrale	8.679	15.163	19.848	55.401
Salaires des mécaniciens	39.403	58.397	71.055	111.346
Dépenses pour la production de l'énergie	87.337	105.480	191.813	353.079
Achat de courant			204	1[illegible].412
Dépenses totales		286.681	449.323	757.769
Nombre de kw. h. produits	30.733.608	50.410.552	56.607.054	74.325.992

A ces dépenses, il faut ajouter les frais de graissage qui se sont élevés, par locomotive-mille, à 0,0115 dollar en 1917 et à 0,0102 dollar en 1918. On arrive finalement, pour l'année 1918, à une dépense totale de 763.220 dollars.

Le trafic s'étant élevé à 25.000.000 de tonnes environ, en 1918, et la longueur de la ligne étant de 48 kilomètres, la tonne-kilométrique revient à

$$\frac{763.220}{25.000.000 \times 48} = 0{,}000636 \text{ dollar}$$

soit 38 centimes en comptant le dollar à 6 francs (nous ne faisons pas état de la valeur actuelle du dollar qui, nous l'espérons, n'est que passagère). Nous négligeons les frais d'intérêt et d'amortissement et supposons que les 25 millions de tonnes effectuent le trajet complet de 48 kilomètres, ce qui est probablement exagéré. Le chiffre de 38 centimes est donc un minimum.

Un calcul analogue montre que la consommation d'énergie ressort sensiblement à 62 watts-heure par tonne kilométrique, chiffre qui peut paraître assez élevé si on tient compte de la récupération, mais nous avons expliqué comment l'énergie renvoyée à l'usine est généralement absorbée dans des rhéostats.

Ajoutons enfin, à titre de renseignement, que les

frais d'entretien d'une locomotive à vapeur Mallet se sont élevés, en 1917, à 0,297 dollar par machine-mille, soit 76 % seulement des frais d'entretien d'une locomotive électrique.

CONCLUSION

Nous ne nous avancerons pas beaucoup en disant que le *mono-triphasé*, les *plit-phase*, comme l'appellent les Américains, n'a pas répondu aux espérances qu'il avait fait naître. C'est d'abord un système de traction fort coûteux, mais, ce qui est plus grave, sa réalisation technique ne paraît pas au point, tout au moins dans l'application faite au Norfolk and Western. Sans doute, avec un nombre de locomotives suffisant, il permettrait d'augmenter très sensiblement le trafic sur la ligne ; mais c'est là un avantage qu'il partage avec tous les système de traction électrique.

On se heurte, dans le mono-triphasé, à la difficulté générale rencontrée avec tous les systèmes comportant une transformation de courant sur la locomotive même. On arrive toujours à des poids et encombrements tels que l'on ne peut plus loger le matériel. On est alors conduit à réduire ses dimensions de façon exagérée, et il manque de robustesse.

Toutefois, avant de porter un jugement définitif sur le mono-triphasé, il est prudent d'attendre l'effet des modifications que la Société Westinghouse étudie en ce moment.

A. Tétrel,
Ingénieur électricien E. S. E. P.

Recherche des défauts dans les câbles armés

HAUTE TENSION

La mise en exploitation d'un réseau de câbles haute tension à 5.000 volts et 15.000 volts, de près de 350 kilomètres, qui nécessite de nombreuses réceptions en usine, des travaux de pose de longue durée, puis des essais après pose en grande quantité, ne va pas, on le conçoit, sans quelques difficultés. Notre éminent collaborateur, M. Lebaupin, a présenté les résultats de ses travaux à ce sujet dans une récente communication à la Société des Electriciens, dont il nous donne les principaux extraits et conclusions.

La grande longueur de canalisations fournies par sept constructeurs français a permis de faire un certain nombre d'observations et de poser quelques problèmes dont nous parlerons au cours de cette note. Nous diviserons celle-ci en trois parties : 1° Fabrication et essais de réception en usine ; 2° Pose et essais après pose ; 3° Exploitation.

1° Fabrication et essais en usines.

En cours de fabrication nous avons pu constater les principaux défauts suivants :

a) Coups reçus par les câbles pendant la manutention.

Ces défauts sont, en général, visibles et se révèlent très facilement.

b) Défauts produits par suite d'enroulements sur bobines et de dévidages trop nombreux.

Ils sont assez souvent longs à apparaître et persistent quelquefois jusqu'à la pose.

c) Pose défectueuse des différentes couches de papier.

Ces défauts sont parfois assez longs à se manifester aux essais. Ils peuvent même passer inaperçus et subsister après les réceptions en usine et après pose. Un excellent moyen de se prémunir contre ces défauts est de faire des essais de pliage. Ceux-ci sont également très utiles pour se rendre compte de la qualité du papier employé et de la souplesse du câble.

d) Réparations faites en cours de fabrication.

Pour qu'elles ne soient pas dangereuses, il faut

qu'elles soient exécutées avec le plus grand soin. Malgré cela il arrive qu'elles ne donnent aucune indication ni à l'essai d'isolement ni à l'essai à la tension, mais les défauts se déclarent en cours d'exploitation comme nous avons pu le constater. Toutefois l'emploi du courant continu permet, en général, de les déceler aux essais après pose.

Nous aurons l'occasion d'en parler plus loin.

e) Dépôts de poussières conductrices sur les couches de papier.

Ces dépôts créent des défauts qu'il est très difficile de déceler. Les essais d'isolement donnant des résultats satisfaisants, les câbles claquent sans qu'on en trouve la raison. Seul un examen très attentif permet de découvrir la nature du mal.

f) Défectuosités à la mise sous plomb.

Le défaut le plus souvent constaté provient de décentrages. Il subsiste parfois jusqu'en cours d'exploitation ; mais le plus fréquemment il ne résiste pas aux essais effectués après pose.

g) Défauts d'imprégnation.

Il en résulte des points faibles qui échappent parfois à l'investigation, mais qui résistent rarement à l'application du courant continu.

Après des essais sérieux de réception en usine, on est à peu près certain que tous les défauts ont été éliminés. Un cas cependant peut conduire à de graves ennuis, c'est lorsque les câbles ont un coefficient de sécurité insuffisant, c'est-à-dire lorsque la tension d'essai en usine est très peu éloignée de la tension de claquage. De tels câbles peuvent en effet subir avec succès les essais de réception, et, à la suite des manipulations effectuées jusqu'à leur mise en place, devenir insuffisants.

En réalité, bien qu'il n'existe pas de relation certaine entre la résistance d'isolement et la rigidité diélectrique, la résistance d'isolement de ces câbles est, en général, plus faible que celle des câbles fabriqués avec un coefficient de sécurité plus grand. Il peut cependant arriver qu'en prenant la résistance au bout de 3 minutes, comme on le fait fréquemment, on ne trouve pas des chiffres fort différents pour ces deux sortes de fabrication. Il faut donc, de toute nécessité, observer le phénomène d'électrification : dans le cas de câbles à plus faible coefficient de sécurité, pendant la durée de 3 minutes, la résistance d'isolement variera généralement dans de bien plus grandes limites.

Mais ce n'est pas là un indice suffisant. Si l'on est conduit à envisager la détermination du coefficient de sécurité, il faudra opérer expérimentalement. En ce qui nous concerne, nous avons procédé en faisant des prélèvements de 5 m sur un certain nombre de bobines ayant déjà subi l'essai de tension imposée. La mise sous tension doit se faire en augmentant le voltage d'une manière continue, mais suffisamment lente pour éviter tout *lancer* de l'aiguille de l'électromètre.

Dans l'état actuel de la fabrication des câbles haute tension en France, on peut certainement compter sur un coefficient de sécurité de 6. On le définira exactement en disant que tout échantillon de 5 m devra supporter pendant 5 minutes une tension alternative égale au moins à 6 fois la tension normale.

Nous faisons remarquer que pour éviter toute discussion, et pour avoir une précision plus grande, il est nécessaire d'employer un électromètre pour les tensions d'essais élevés. En prenant toutes les précautions qu'exigent ces appareils, l'électromètre Abraham-Carpentier nous a donné complète satisfaction en alternatif comme en continu.

Autrefois, quand les câbles avaient été réceptionnés avec beaucoup de soin, et c'est ce qui se passe, en général ; car il y va de l'intérêt du vendeur comme de l'acheteur, on avait la plus grande confiance dans les résultats que donnerait la canalisation après pose. On n'avait d'ailleurs la plupart du temps, aucun moyen de vérification, faute d'appareil convenables, et l'essai au double de la tension normale ne donnait généralement aucun résultat. Seul l'essai d'isolement fournissait une indication sur certains graves défauts ; mais on n'était pas renseigné sur d'autres défauts qui avaient pu se produire, norammment pendant la pose.

2° Pose et essais après pose.

Les manutentions successives et les travaux de mise en place des canalisations souterraines peuvent en effet occasionner des défauts dans les câbles tels que coups, froissements, fissures, humidité, aggravation de points faibles non décelés à l'usine. Enfin les boîtes de jonction sont des causes fréquentes de défectuosités.

Tous ces défauts résistant presque toujours à l'application du courant alternatif d'essai (deux fois la tension normale), des claquages se produisent brusquement après un temps plus ou moins long en cours d'exploitation, avec des conséquences souvent fâcheuses. La recherche d'un appareil permettant de faire l'essai des canalisations souterraines, après pose, dans des conditions vraiment satisfaisantes, était donc très utile. Dès 1910, nous nous intéressâmes aux premiers essais de MM. Delon et nous fûmes amenés à examiner et essayer successivement les appareils de MM. Delon (Berthoud-Borel), Picou (Geoffroy-Delore), Léauté (Société industrielle des Téléphones).

Ces appareils sont suffisamment connus pour que nous nous dispensions de les décrire ; les deux premiers sont à courant continu et le troisième à courant alternatif.

Au commencement de l'année 1912 nous avions deux canalisations de 18 kilomètres de longueur chacune, dont il s'agissait de faire les essais de réception après pose. L'utilisation des deux derniers appareils ci-dessus nommés ne put être envisagée, parce qu'il n'existait pas de modèle suffisant pour l'application d'une capacité aussi importante. Au contraire l'essai du contact tournant de M. Delon, fait en avril de la même année, nous permit de constater que cet appareil était susceptible de donner satisfaction.

Mais à la suite de ce premier essai, les câbles ci-dessus étant devenus, pour des raisons de service, indisponibles, les essais ne furent recommencés qu'au mois d'août. C'est vraiment à partir de cette époque que nous pûmes nous rendre compte de la façon dont se comportaient les canalisations souterraines sous tension continue. Il nous fut très vite facile de discerner, suivant la façon dont se révélaient les défauts, si l'on avait affaire à une défectuosité du câble lui-même ou à une mauvaise confection des boîtes de jonction ou d'extrémités.

Dans le premier cas, les défauts se déclarent très souvent au bout d'un temps assez long, compris entre 10 et 14 minutes ; la tension tombe à une valeur plus basse, s'y maintient quelques instants, puis retombe encore, jusqu'à ce que l'électromètre arrive à zéro. La valeur de la résistance d'isolement est alors le plus souvent comprise entre 20.000 et 200.000 ohms et la localisation du défaut est facile.

Dans le cas où les boîtes sont en jeu, le défaut apparaît ordinairement très vite, mais le claquage, par contre, est long et difficile à obtenir. La tension se montre tout à coup un peu instable, puis baisse brusquement pour remonter ensuite ; et ce n'est qu'au bout d'un certain temps qu'elle retombe à une valeur plus faible que la première fois, pour remonter encore. Et ainsi de suite, jusqu'à ce que l'électromètre indique une tension nulle. Parfois il est très difficile d'en arriver là, la valeur de la résistance d'isolement reste de l'ordre de 1 à 2 mégohms, et il faut de longues heures pour carboniser complètement le défaut.

Nous pouvons dire, en résumé, que, dans tous les cas, le courant continu permet de déceler les défauts, puis de les détruire, de façon à pouvoir les localiser.

Dès le début de l'emploi du courant continu pour l'essai des canalisations après pose, nous avons dû nous préoccuper de la tension qu'il y avait lieu d'adopter. Les expériences faites antérieurement au Laboratoire central d'Electricité ne nous permettaient pas de fixer notre choix.

Les canalisations souterraines des chemins de fer de l'Etat devaient, après pose, être essayées à une tension double de la tension normale de 15.000 volts. Quel rapport fallait-il prendre entre la tension alternative de 30.000 volts, imposée au cahier des charges et la nouvelle tension continue ? Les essais faits par la maison Berthoud-Borel et par nous-mêmes nous amenèrent à penser qu'on pouvait, sans inconvénients, prendre une valeur de 2,5 à 3 fois plus grande pour la tension continue. Cela nous conduisait à essayer nos câbles à 75.000 volts ou 90.000 volts. Nous choisîmes définitivement la tension de 75.000 volts qui fut d'ailleurs acceptée après quelques petites difficultés par tous les constructeurs français.

Nous devons cependant ajouter que quelques câbles furent essayés à l'origine, pour voir comment ils se comporteraient, à 90.000 et même 100.000 volts.

Voici maintenant les constatations que nous avons pu faire au cours de nos essais :

Des défauts de fabrication qui n'avaient pas été décelés en usine (papiers froissés ou mal posés, réparations, décentrages, défauts d'imprégnation) n'ont pu être révélés qu'à une valeur de la tension continue comprise entre 70.000 et 75.000 volts.

Des défauts de boîtes qui se sont révélés assez vite ont permis cependant d'atteindre plus de 70.000 volts, avant de claquer, et il a fallu persévérer pour les brûler.

Dans ces conditions, un coefficient inférieur à 2,5 qui eût conduit à une tension inférieure à 75.000 volts eût été certainement insuffisant. En outre, une fois que les défauts dont nous venons de parler eurent été enlevés, aucun autre défaut ne se produisit jusqu'à 75.000 volts et même, comme nous l'avons vu, jusqu'à 90.000 et même 100.000 volts. Enfin un certain nombre de défauts s'étant déclarés très brusquement, nous n'avons jamais pu constater qu'il en était résulté de nouveaux défauts dus à des oscillations de courant dangereuses.

Nous pouvons donc dire que la fabrication des câbles haute tension résultant des conditions imposées par le cahier des charges conduit à l'adoption du coefficient 2,5. De plus, l'application du courant continu, depuis sept ans, n'a jamais donné lieu à aucun ennui.

G. Lebaupin,
Chef du Laboratoire Electrotechnique des chemins de fer de l'Etat.

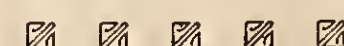




Fig. 1 — Tableau dont le dernier panneau (à droite) forme porte.

UNE

DISPOSITION DE TABLEAU ORIGINALE

Dans les postes de coupure ou de transformation de courant électrique à haute tension, tous les conducteurs H. T. de phases différentes correspondant à une même arrivée ou à un même départ, sont habituellement disposés dans des cellules horizontales ou verticales.

Dans ce dernier cas, on est amené à diviser le bâtiment en autant de tranches qu'il y a de fois deux cellules opposées.

Cette disposition, avantageuse à plusieurs points de vue, entre autres pour la clarté de l'installation, peut devenir gênante pour des cellules spéciales ne correspondant pas à des arrivées ou à des départs.

C'est le cas qui s'est présenté dans un secteur de distribution de la banlieue de Paris. Pour essayer les lignes, on y envoie du courant à un voltage supérieur à celui du régime normal au moyen d'un transformateur spécial élévateur de tension et par l'intermédiaire du jeu de barres omnibus central visible à la partie supérieure de la figure 1.

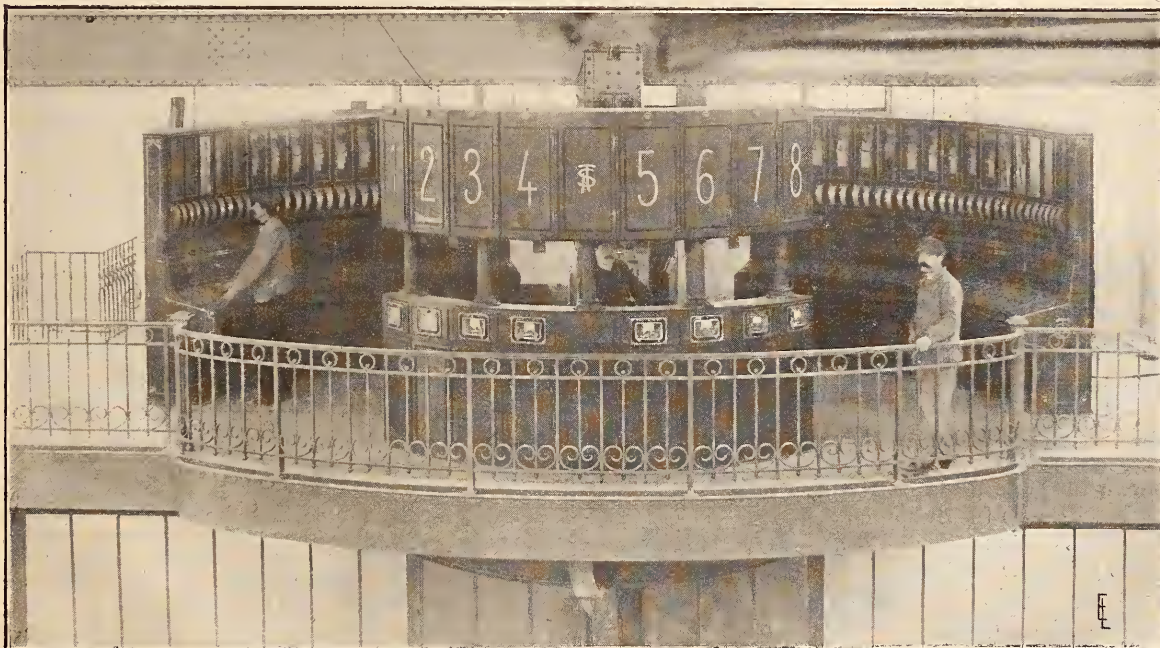


Fig. 2. — Un modèle de tableau présentant une grande capacité dans un espace restreint (Usine de la C. P. D. E., à Saint-Denis).

Des sectionneurs inverseurs appropriés réunissent les lignes à ces barres d'essais.

Quant au transformateur, il a été placé dans la cellule du fond et est situé derrière le panneau « Services et Essais ».

Pour avoir accès au transformateur, pour le visiter et au besoin le sortir sans être obligé de démonter le tableau correspondant, celui-ci a été monté avec son cadre, son soubassement en tôle sur charnières formant une véritable porte manœuvrable à volonté.

Les câbles de connexions ont avec un grand rayon de courbure une longueur suffisante pour ne pas gêner le mouvement de va-et-vient; de plus, ils passent par l'axe de pivotement.

Ils sont visibles à droite de la figure, en haut du panneau photographié dans sa position d'ouverture.

En service normal, le panneau est tenu fermé par un simple verrou.

La fig. 2 représente une disposition de tableaux circulaire qui permet de grouper un grand nombre de panneaux dans un espace restreint, tout en assurant une meilleure visibilité de tous les appareils.

R. WOLFF,
Ingénieur-électricien. E. T. P.

Alimentation des tramways et métropolitains

EN COURANT CONTINU

Dans une communication faite tout récemment à la Société française des Electriciens, M. F. Guéry a donné les constatations tirées d'une longue pratique de la traction en courant continu, dans les réseaux de tramways et Métropolitains. L'auteur a bien voulu nous résumer ci-dessous les conclusions pratiques de son Etude :

Mon but a été d'indiquer les méthodes dont j'ai l'expérience personnelle pour la détermination de tous les éléments intéressants à connaître pour l'alimentation des réseaux de traction.

J'ai indiqué d'abord comment on pouvait espérer donner quelque précision à la méthode usuelle pour la détermination de la consommation d'énergie et j'ai donné, entre autres déductions possibles, deux exemples d'application de cette méthode à la décomposition de l'énergie entre les différentes causes de consommation. J'ai ensuite fait connaître une méthode qui m'a donné d'excellents résultats comme rapidité et exactitude, dans le but de déterminer les différents éléments du mouvement en chaque point du parcours, pour un train et des moteurs choisis, méthode basée sur l'intégration par la tangente de la courbe de l'énergie utile et de l'inverse de la vitesse en fonction de l'espace parcouru. Cette méthode donne également la puissance prise par un train à chaque instant, donnée dont on peut déduire ensuite les différents éléments nécessaires à la détermination des lignes et sous-stations.

J'ai fait ressortir, par comparaison, avec une méthode basée sur le calcul des probabilités, que même dans le cas d'un horaire irrégulier comme celui d'un tramway ou d'un métropolitain, on pouvait déduire des résultats suffisamment exacts de la méthode de superposition des puissances instantanées basée sur un horaire moyen régulier, à la condition de choisir convenablement cet horaire.

La question des feeders de retour avait été traitée dans ma communication de février 1918 à la Société des Electriciens. J'avais indiqué une méthode de détermination de ces feeders pour satisfaire à la règle du volt kilométrique actuellement encore en vigueur en France, et j'avais montré que cette règle, qui a été l'objet de critiques justifiées, pouvait être amendée utilement par la présentation préalable d'un projet permettant de vérifier qu'elle est satisfaite avec une proportion limitée de dérivation dans le sol.

La question des feeders d'alimentation a ensuite été traitée en considération de l'économie maxima et de la chute de tension admissible, en vue de la détermination de la meilleure tension à adopter dans chaque cas. La conclusion est que la tension de 600 volts est généralement très bien adaptée

Répartition de l'énergie consommée			Consommation spécifique (watts heure par tonne kilomètre)			
			Ligne métropolit^ne très accidentée. Démarrage sur résistances à deux crans économiques.	Ligne métropolitaine moyennement accidentée		
				Démarrage sur résistances à deux crans économiques.	Récupération jusqu'à l'arrêt: avec groupe survolteur.	Récupération jusqu'à l'arrêt: avec groupe transformateur.
Energie électrique à la sortie des s/stations — Énergie mécanique à la jante des roues	Énergie utile non récupérable	Effort normal en palier et alignement. . .	12,3	12,3	12,3	12,3
		Courbes.	3,6	2,4	2.4	2.4
		Total de l'énergie utile non récupérable. . .	15,9	14,7	14,7	14,7
	Énergie utile en partie récupérable	Rampes.	18,5	8	7,2	7,2
		Mise en vitesse.	15,3	15,3	1	1
		Total de l'énergie utile en partie récupérable. .	33 8	23,3	8.2	8.2
		Energie utile totale. . .	49.7	38	22,9	22,9
Pertes et consommations accessoires électriques		Pertes dans les moteurs	7,7	5,9	8,7	8,7
		Pertes dans les résistances (ou groupes régulateurs).	8,3	6,3	11,4	19
		Eclairage et compresseurs	2,9	2,9	1,5	1,5
		Pertes en ligne. . . .	1,4	1,4	1,4	1,4
		Total des pertes et consommations accessoires électriques. . . .	20,3	16.5	23.0	30,6
		Total général. . . .	70	54,5	45,9	53,5
Économie dûe à la récupération.					8,6	1,0
Soit °/o de l'énergie Économie dépensée sans récupération.					15,8 °/o	1,8 °/o

(L'expression « énergie utile » doit être entendue au point de vue électrique).

Tableau indiquant la répartition de la consommation d'énergie sur deux lignes métropolitaines de profils variés.

aux tramways urbains, mais que, pour des lignes d'intérêt local ou des tramways suburbains, une tension supérieure serait souvent désirable.

J'ai terminé ma communication par des considérations sur la récupération, en me plaçant d'abord au point de vue économique, ensuite à celui du fonctionnement dans différentes conditions.

Le tableau ci-dessus donne le bilan approché de la consommation spécifique d'une ligne métropolitaine particulièrement accidentée, dans le cas d'emploi d'un système de démarrage sur résistances-série parallèle à 2 crans de marche économique, et celui de la consommation spécifique d'une ligne métropolitaine moyennement accidentée, dans différentes hypothèses.

F. Guéry.

L'ÉLECTRICIEN met ses colonnes à la disposition des Sociétés ou Syndicats d'ingénieurs ou de contremaîtres ; nous insérerons toutes les communications qui nous seront adressées par ces associations.

LA GÉNÉRALISATION DE L'ÉLECTRICITÉ et les Réseaux ruraux.

Dans une récente circulaire, les ministres des Travaux publics et de l'Agriculture ont donné des instructions tendant à généraliser l'emploi de l'électricité pour les besoins ruraux. Nous donnons un extrait de ces instructions.

GÉNÉRALISATION DE L'EMPLOI DE L'ÉLECTRICITÉ.

Parmi tous les problèmes que pose la réorganisation économique de notre pays, l'un des plus importants est sans conteste, celui de la production à bas prix et en grande quantité de l'énergie électrique, de son transport aux lieux d'utilisation et de sa répartition entre les divers groupes de consommateurs. Le seul moyen de mettre fin à la crise actuelle est, en effet, d'accroître nos moyens de

production. Pour économiser la houille tout en développant à l'extrême le machinisme, notamment en agriculture, il est indispensable d'avoir recours à l'emploi généralisé de l'électricité.

Les pouvoirs publics n'ont pas manqué de se préoccuper de cette grave question et c'est, en premier lieu, l'organisation de la production et de transport de l'énergie électrique qui a retenu leur attention. L'adoption, par le Parlement, du projet de loi relatif à l'utilisation de l'énergie hydraulique donne à l'administration des pouvoirs suffisants pour contraindre, le cas échéant, les particuliers à utiliser le plus complètement possible l'énergie des cours d'eau, en conformant leurs projets à des plans d'aménagement préalablement établis.

DISTRIBUTIONS RURALES

Mais il ne suffit pas d'organiser la production et le transport de l'électricité. Les lois précitées ne donneront leur plein effet que si les consommateurs, convenablement groupés, sont mis en mesure d'utiliser l'énergie amenée, des centrales, aux postes de transformation. En d'autres termes, il importe que, dès maintenant, la distribution de l'énergie soit réalisée de manière que non seulement dans les centres urbains et les régions industrielles, mais aussi dans les agglomérations rurales et les fermes isolées, la force motrice soit mise largement à la disposition des populations.

L'électricité doit avoir une large place dans la recherche de ce résultat, parce que le moteur électrique est, de tous, celui dont le maniement est le plus aisé et le plus souple, et qu'il peut être, plus facilement que tout autre, mis entre des mains inexpérimentées. Nombreuses, en effet, sont les utilisations agricoles de l'énergie, qu'il s'agisse de motoculture électrique, de travaux exécutés à la ferme, de traitement des produits hors de la ferme par des coopératives (battage, laiterie, fromagerie, vinification, brûlerie, meunerie, distillerie, etc.) ; de pompages pour irrigations et assainissement, ou des industries rurales. De plus, la lumière est aussi nécessaire au paysan que la force et doit être considérée comme un véritable instrument de travail. En améliorant les conditions de la vie rurale, l'éclairage contribuera d'ailleurs à attacher les populations au sol.

Il faut donc encourager, par tous les moyens, l'industrie rurale et l'un des moyens les plus effectifs est de mettre à la portée des populations agricoles, par la création de réseaux ruraux de distribution, l'énergie qui leur est indispensable.

Pour y arriver, deux choses sont nécessaires : tout d'abord, avoir dans toute la France assez de centres de production et de lignes de transport à haute tension pour couvrir tout le pays d'un réseau à mailles serrées ; ensuite distribuer cette énergie, non seulement dans les villes et bourgs, mais encore dans les hameaux et les fermes isolées.

L'application des lois dont nous avons parlé plus haut doit permettre la réalisation de la première partie de ce vaste programme. Pour mener à bien la seconde, il faut observer qu'elle nécessite la construction de lignes joignant les réseaux de transport à l'agglomération isolée ou non et l'exploitation des réseaux secondaires ainsi constituée. A première vue, l'établissement de ces lignes sera toujours onéreux en regard de la faible quantité de consommateurs et il est, par suite, nécessaire de faire appel aux subventions de l'Etat et aux avances qui peuvent être consenties sur le crédit agricole. C'est dans cet ordre d'idées que nous avons cherché à résoudre le problème.

Les intéressés étant tout d'abord groupés par secteurs, l'ingénieur en chef chargé du contrôle des distributions d'énergie devra, de concert avec l'ingénieur du génie rural, étudier les moyens propres à donner satisfaction à ces groupements.

La création des réseaux ruraux sera toujours un cas d'espèce et les modalités à suivre, de même que la personnalité civile qui assurera l'exécution de ces entreprises, varieront suivant les régions. Actuellement, les collectivités qui peuvent entreprendre une distribution sont les sociétés coopératives agricoles, les associations syndicales, les communes et les secteurs de distribution d'énergie.

Aux sociétés coopératives agricoles l'Etat accorde, par l'intermédiaire des caisses locales et régionales de crédit agricole, une avance à long terme remboursable en quinze ans au taux de 2 pour 100 et égale au double du capital souscrit. En outre, il fait établir à ses frais, par les soins du service du génie rural, le projet technique et accorde une subvention qui vient en déduction de l'avance et peut être au maximum de un sixième des frais de premier établissement.

La société, dans le cas d'une distribution d'énergie, assure la répartition et la vente de l'énergie à ses adhérents, à un prix tel qu'elle puisse, outre ses frais généraux et d'exploitation, payer l'intérêt statutaire des parts de ses adhérents, constituer une réserve légale et au besoin extraordinaire et amortir l'emprunt fait à l'Etat. Si l'exploitation laisse des excédents, ils peuvent être répartis entre les coopérateurs, au prorata non de leur souscription, mais de la consommation de chacun d'eux. Et si les excédents deviennent permanents, le prix de l'énergie peut être abaissé.

RÉSEAUX COOPÉRATIFS

Il existe actuellement quatre réseaux coopératifs en fonctionnement : à Roisel (Somme), à Prouvay-Rosay (Eure), à Vaucogne (Aube) et à Saint-Ouen (Marne) et un cinquième en voie de formation dans le Forez. Il est à noter que toutes les coopératives précédentes englobent des agglomérations communales plus ou moins importantes et elles trouvent un supplément de recettes dans une clientèle qui n'est pas exclusivement agricole.

D'une manière générale, la question de la création d'un réseau coopératif se pose absolument comme celle de la création d'un réseau industriel et commercial. Il y a lieu de tenir compte du fait que les avances et subventions de l'Etat diminuent les frais annuels de rémunération et l'amortissement du capital de premier établissement, mais sous réserve de cet avantage, qui est surtout sensible dans les premières années de l'exploitation, la situation des affaires industrielles ou coopératives est tout à fait comparable. Les bénéfices éventuels vont, il est vrai, aux consommateurs qui sont leurs propres actionnaires, mais encore faut-il qu'il y ait bénéfice, et, pour cela, que la vente de l'énergie ne laisse pas des excédents inutilisés trop importants; il en résulte que les coopératives de distribution d'énergie ne doivent pas avoir un cadre trop restreint, ni une clientèle trop spéciale.

Un cas particulier peut cependant se présenter : celui où une coopérative de production (laiterie, cave, etc.), est dans l'obligation de créer une force qui lui laisse des excédents disponibles. Elle peut alors soit revendre ces excédents à ses coopérateurs, soit entrer, à titre de principale cliente, dans une coopérative de production et distribution d'énergie dont le rayon d'action pourra être limité, puisque l'usine à elle seule assurera presque son existence. C'est à peu près ce qui se produit à Saint-Ouen.

La forme coopérative a pour but non seulement la création du réseau de distribution, mais encore son exploitation, ce qui l'oblige à se soumettre aux lois sur les sociétés. Mais de même qu'un propriétaire isolé situé à quelque distance d'un réseau de distribution existant et désirant y acheter de l'énergie se voit généralement imposer, par le secteur, l'établissement, à ses frais, du raccordement amenant l'énergie à son domicile, de même des agriculteurs, plus ou moins nombreux, peuvent désirer se réunir pour amener chez eux, à frais communs, l'énergie d'un réseau existant, pour devenir simplement les clients de ce réseau, sans songer à une exploitation commune, qui, dans un cadre trop restreint, serait certainement onéreuse.

Semblable entreprise peut être réalisée par une association syndicale constituée conformément à la loi des 21 juin 1865 et 28 décembre 1888, toutes les fois que la distribution de l'énergie pourra être considérée comme destinée à l'amélioration d'un fonds qui devra être compris dans l'association.

L'intervention de ces groupements pourra, en particulier, être envisagée lorsqu'il s'agira d'utiliser l'énergie en vue de pompage pour l'irrigation et l'assainissement et en général toute amélioration future à effectuer individuellement par des agriculteurs. Jusqu'ici les lignes construites par des associations syndicales spécialement en vue de la distribution sont rares et pourtant il y a pour elles un vaste et intéressant champ d'application, partout où existent des réseaux sur lesquels les antennes agricoles pourraient être greffées de cette manière. Les avantages accordés par l'Etat aux associations syndicales pour l'exécution des travaux en vue desquels elles sont constituées peuvent consister dans l'étude gratuite du projet technique et dans l'allocation de subventions qui, variables suivant les circonstances, sont susceptibles d'atteindre la moitié des dépenses lorsque le coût de l'entreprise dépasse manifestement les facultés des intéressés.

RÉSEAUX RURAUX

Là où il s'agit de desservir non plus seulement un groupe d'agriculteurs mais, en même temps, des agglomérations, la commune ou le syndicat de communes peuvent prendre un rôle prépondérant en matière de création de réseaux ruraux. Tantôt elles pourront aménager une petite chute pour les besoins locaux et l'exploiter en régie ou par l'intermédiaire d'un concessionnaire. Tantôt elles peuvent négocier leurs droits de riveraineté avec des industries hydroélectriques s'installant sur leur territoire, pour les obliger à desservir. Tantôt enfin, elles peuvent construire les lignes les rattachant à un réseau existant en échange de certains avantages concédés par le dit réseau. Ici, encore, l'aide du ministre de l'agriculture est acquise à ces installations et l'on peut y appliquer les règles admises pour les associations syndicales.

Enfin, la construction de réseaux ruraux de distribution peut être réalisée d'accord avec les secteurs de distribution existants, en leur demandant de pousser leurs installations en dehors des villes et des villages ; mais il sera souvent nécessaire d'envisager, en ce cas, l'octroi, par l'Etat, de subventions d'exploitation ou de premier établissement. Les secours accordés sur les fonds du ministère de l'agriculture sont limités à la partie spécialement agricole de ce réseau.

En résumé, et suivant les circonstances, il y aura lieu de recourir à l'une ou l'autre de ces combinaisons.

Il convient d'ailleurs de remarquer que, plus le réseau sera étendu, mieux jouera le volant régulateur des utilisations successives de la consommation pour les divers usagers et, pour cette raison, le développement des réseaux existants, quand il sera possible, sera toujours plus avantageux que la création de petites distributions dans un cadre trop limité. Pour cette raison, également, lorsqu'on aura recours à des réseaux coopératifs, il y aura avantage à leur donner toute l'extension dont ils sont susceptibles. Sous le bénéfice de cette observation et à défaut de règle absolue, il est néanmoins possible d'indiquer le parti auquel il conviendra de s'arrêter dans les hypothèses qui se présenteront le plus souvent.

1° Il n'existe pas de distribution d'énergie dans les communes intéressées. L'énergie doit être produite ou prise à un réseau de distribution situé à une certaine distance.

a) Le pays est cultivé dans son ensemble et il existe de nombreuses habitations dispersées dans les campagnes.

Dans ce cas, il semble que l'on doit recourir à une coopérative de distribution d'énergie englobant la plus grande étendue possible et qui produira elle-même son énergie ou l'achètera en gros au secteur le plus voisin.

b) Le pays est peu peuplé et les habitations sont agglomérées au chef-lieu et dans les hameaux où est concentrée la grande majorité de la vie agricole. Dès lors, la commune doit prendre l'initiative de l'opération et assurer la distribution aussi bien dans l'agglomération que dans la campagne, soit par voie de régie directe, soit par l'intermédiaire d'un concessionnaire. Si plusieurs communes voisines sont dans ce cas et veulent se réunir pour atteindre ce but, on peut constituer un syndicat de communes.

2° Il existe un réseau de distribution dans les communes intéressées. On doit considérer que, dès lors, la meilleure clientèle a été absorbée par le secteur existant, et qu'il n'y a pas de place pour une autre organisation indépendante.

a) Le pays est aisé, un effort financier peut être demandé aux propriétaires désireux d'être desservis. Il y a lieu de leur proposer de se grouper en associations syndicales pour construire, à frais communs, avec l'aide de subventions de l'Etat, les lignes les raccordant au réseau existant, auquel ils en remettront l'exploitation.

b) Le pays est pauvre, il est indispensable de demander aux paysans un effort financier sérieux. Dans ce cas, après une étude approfondie, destinée à s'assurer que l'opération n'est pas foncièrement mauvaise, il convient de s'adresser directement à la société de distribution existante ; la prier d'examiner, sous le contrôle de l'Etat, la consommation nécessaire pour rémunérer le réseau à construire et parfaire la différence entre cette consommation et la consommation effective au moyen de subventions d'exploitation décroissantes au fur et à mesure du développement des utilisations et auxquelles pourront contribuer, parfois, les départements et les communes.

Si le secteur a des difficultés pour assumer la dépense de construction du réseau, on peut procéder autrement et lui accorder une subvention de premier établissement une fois donnée, dans des conditions à déterminer chaque fois, qui lui permettra de n'engager que le capital dont les utilisations prévues lui assurent une rémunération prochaine.

L'ÉLECTRICIEN *accueille et rémunère toute communication intéressant la technique ou la pratique industrielles de l'électricité.*

Inventions. — Appareils et procédés nouveaux

++++++++++++++++++

COUPE-CIRCUIT DE SURETÉ.

Ce coupe-circuit est constitué par une colonne de mercure établissant le contact entre deux plots *c b* (fig.)1. A la partie supérieure, la colonne *h* est en communication avec un réservoir *d* en libre communication avec l'atmosphère. Quand l'intensité est trop grande, la colonne de mercure se vaporise et une partie du mercure passe dans le réservoir *d* rempant ainsi le contact L'échappement des gaz peut indiquer la rupture du contact.

L'appareil permet une remise en circuit immédiate. (Brevet fr. n° 493.725.)

P. M.

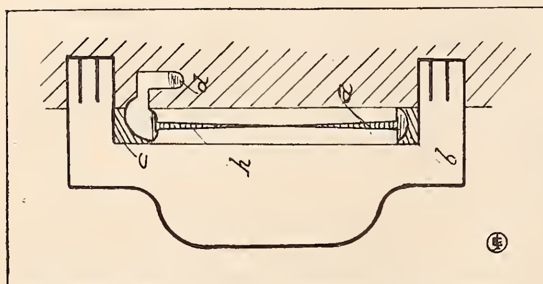


Fig. 1. — Coupe-circuit limiteur à mercure.
(Schéma à considérer le haut en c).

INSTALLATION AUTOMATIQUE POUR LA CHARGE DE BATTERIES D'ACCUMULATEURS.

Cette installation comprend :

1° Un rhéostat (fig. 2) automatique R placé sur le circuit d'excitation de la dynamo ; les plots de ce rhéostat sont court-circuités, lorsque le voltage de la dynamo a atteint une valeur fixée à l'avance, par une lame métallique placée à l'extrémité du noyau d'un électro différentiel MN ;

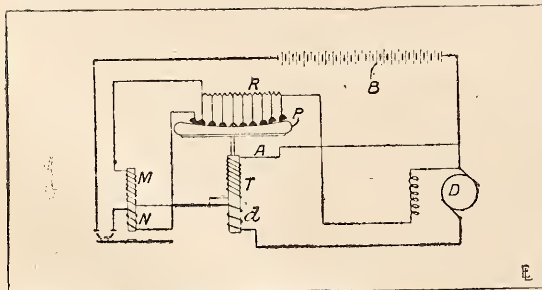


Fig. 2. — Charge automatique d'accumulateurs.

2° Un interrupteur automatique A, placé sur le circuit de la batterie, est actionné lui aussi par un électro différentiel T, l'enroulement shunt est placé en série sur le circuit d'excitation et ferme le circuit de charge lorsque le voltage fixé pour la dynamo est atteint.

(Br. Angl. n° 132.516.)

RHÉOSTAT DE DÉMARRAGE POUR MOTEUR A COURANT CONTINU.

La manette du rhéostat (fig. 3) comporte une came A qui, au début de la manœuvre du rhéostat, place dans le circuit principal, par l'intermédiaire du levier B, une bobine d'électro qui maintient ces leviers dans la position de fermeture. Lorsque les résistances sont supprimées, la manette du rhéostat, rappelée à sa position initiale par un ressort, est maintenue en place à l'aide d'une tige C formant crochet et devant être manœuvrée à la main. Si le courant vient à manquer, l'électro cesse de fonctionner et le système de leviers, rappelé par un ressort, coupe le circuit qui ne peut être rétabli que lorsque la manette du rhéostat a été libérée. (Br. angl. n° 132.538.)

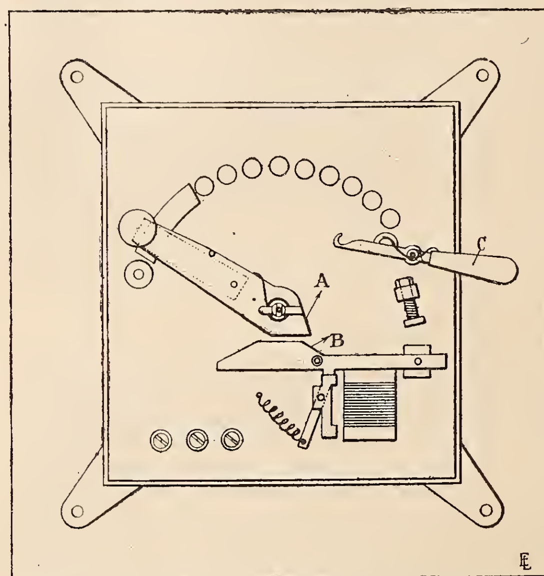


Fig. 3. — Rhéostat à enclenchement de sécurité.

BATTERIES GALVANIQUES.

Pour obtenir le dépolarisant on traite le bioxyde de manganèse impur par l'acide nitrique qui se transforme, ainsi que les impuretés basiques qu'il contient, en nitrates. La masse pâteuse ainsi obtenue est alors chauffée à une température suffisante pour décomposer le nitrate en bioxyde. Les nitrates restants sont extraits et filtrés et le bioxyde est mélangé avec du graphite à moins que le mélange n'ait été fait avant le traitement par l'acide nitrique.

++++++++++++++++++++++++++++++++

L'ELECTRICIEN *invite ses lecteurs et les constructeurs à lui adresser les vues ou schémas des appareils ou procédés nouveaux. Il publiera ceux qui présenteront un intérêt professionnel.*

L'ÉCOLE DE L'ÉLECTRICIEN

++++++++++

Enseignement pratique de l'électricité industrielle.

++++++++++++++++++++++

Cet enseignement, réclamé par de nombreux lecteurs, est **utile partout et à tous.**
Mis à la portée de toute personne pourvue d'une bonne instruction primaire, *il s'adresse aux* isolés *qui ne peuvent bénéficier des cours du soir, à tous ceux qui veulent s'instruire et se perfectionner après leur journée terminée.*

▨ ▨ ▨

☞ *Nous rappelons que dans le but d'intéresser d'une façon particulière les lecteurs de cet enseignement à un travail suivi, qui puisse leur être réellement profitable, nous avons ouvert (1) entre eux un* **CONCOURS**, *doté des* **PRIX** *suivants :*

1er Prix. — **200** francs de livres à choisir dans le catalogue de la librairie Dunod.
2e Prix. — **100** francs de livres — — —
3e Prix. — **50** francs de livres — — —
Du 4e au 10e prix, chacun **25** francs de livres — —

Des **MENTIONS** seront en outre délivrées à tous les participants dont les envois auront obtenu une moyenne au moins égale à la note 14.

Les *Réponses aux problèmes* proposés aux lecteurs forment le sujet de ce concours. Chaque abonné pourra envoyer *une* solution pour chacun des problèmes proposés dans un numéro de l'*Electricien.* Les solutions de chaque série devront être mises à la poste au plus tard *un mois* après la date du numéro dans lequel les problèmes auront paru :

Exemple. — Les solutions des problèmes du numéro du 15 décembre 1919 devront être envoyées avant le 15 janvier 1920.

Dans la notation des envois, il sera tenu compte du développement du raisonnement conduisant au chiffre de la réponse.

Un *Jury*, dont nous donnerons ultérieurement la composition, sera chargé du classement et de l'attribution des prix.

▨ ▨ ▨

Sommaire : Suite des unités dérivées. Tableau résumant les unités fondamentales et dérivées. — Travail électrique : Unité pratique, Joule. — Unités industrielles de travail : Watt-heure, hectowatt-heure, kilowatt-heure. — Puissance : Unité pratique; watt. — Exercice. — Courant électrique : Force électromotrice, intensité, quantité d'électricité, densité de courant, résistance, résistivité. — Loi d'Ohm. — Exercices et problèmes proposés aux lecteurs.

10. — Les Unités (*suite.*)

Note. — Nous continuons les unités, que nous résumons, pour plus de clarté, dans un tableau et rappelons les noms et la valeur des unités C. G. S. de mécanique et d'électricité et nous donnons ceux des unités *pratiques.*

Remarquons que les unités mécaniques données au paragraphe 8 sont des unités *industrielles*, les autres sont des unités pratiques.

Nous remarquerons que l'unité C. G. S. de *travail électrique* est la même que l'unité C. G. S. de *travail mécanique*, qui est l'*erg.* C'est, en effet, le travail d'un courant d'intensité, 1 unité C. G. S. traversant un conducteur de résistance 1 unité C. G. S. — (Voir l'analogie avec l'erg du paragraphe 9.)

Pour passer aux unités pratiques, nous dirons que l'unité *pratique* de travail électrique est le *joule*, qui est la quantité d'énergie nécessaire pour faire passer un courant de 1 coulomb dans une résistance de 1 ohm, sous une force électromotrice de 1 volt.

Ainsi que nous l'avons vu, à propos du travail, dans les notions précédentes de mécanique, le travail électrique sera exprimé de façon analogue par :

$$1 \text{ joule} = 1 \text{ volt} \times 1 \text{ coulomb},$$

c'est-à-dire, en se reportant aux indications du tableau précédent, par la formule :

$$W = E \times I \qquad (14)$$

Cette formule donne le moyen d'évaluer le travail lorsqu'on connaît E et I, c'est donc le produit de E par I.

Ceci nous conduit aux unités *industrielles* de *travail* électrique, unités que nous connaissons déjà. Ce sont : le *watt-heure*, l'*hectowatt-heure* ou 100 watts-heure, le *kilowatt-heure* ou 1.000 watts-heure.

Nous allons voir, ci-dessous, ce qu'est le *watt.*

Pour que le lecteur saisisse mieux la différence qui existe entre le *travail* et la *puissance* électrique rappelons qu'on appelle *puissance* le travail effectué en une *seconde.*

(1) Voir *Electricien* du 30 novembre.

Ainsi, l'unité de puissance C. G. S. en électricité est l'*erg-seconde*, comme en mécanique. L'unité pratique est le *watt.*

Un courant qui produit un travail de *1 joute par seconde* a une puissance de *1 watt* (voir le tableau).

Quantités.	Symboles.	Noms des unités C. G. S.	Noms des unités pratiques	Valeurs des unités pratiques en unités C. G. S.
Fondamentales.				
Longueurs....	L	Centimètre.	»	»
Masses.......	M	Gramme.	»	»
Temps.......	T	Seconde.	»	»
Mécaniques.				
Force........	F	Dyne.	»	»
Travail.......	W	Erg.	Joule.	10^7
Puissance	P	Erg.-seconde	Watt. ou Joule-sec.	10^7
Électriques.				
Force électromotrice	E	»	Volt.	10^8
Intensité	I	»	Ampère.	$10^{-1}=\frac{1}{10}$
Quantité d'électricité ...	Q	»	Coulomb. ou amp.-sec.	$10^{-1}=\frac{1}{10}$
Résistance....	R	»	Ohm.	10^9
Capacité......	C	»	Farad.	$10^{-9}=\frac{1}{10^9}$
Magnétiques.				
Intensité de champ.....	$\mathcal{H}$	Gauss.	»	»
Flux de force.	Φ	Maxwell.	»	»
Induction	$\mathcal{B}$	Gauss.	»	»
Électro-magnétiques.				
Coefficient d'induction.	$\mathcal{L}$	»	Henry.	10^9

Nous dirons donc qu'un courant de force électromotrice 1 volt et d'intensité 1 ampère a une puissance de 1 watt; cela résulte de la relation plus haut:

1 watt ou 1 joule-seconde = 1 volt $\times$ 1 coulomb ou 1 ampère-seconde.

Voyons tout de suite des exercices d'application d'unités, qui nous serviront plus tard dans les calculs (1).

Exercice 1. — *Quelle est, en unités C. G. S., la vateur d'un courant de 25 ampères?*

— D'après le tableau, 1 ampère vaut 1/10 d'unité C. G. S., donc 25 ampères valent $\frac{1}{10} \times 25$ c'est-à-dire 25/10, soit 2,5 unités C. G. S.

(1) Quelques erreurs de composition s'étant produites dans les exercices du précédent numéro, p. 238, nos lecteurs voudront bien les rectifier comme suit :
Exercice 5. — Solution, dernière ligne du 1°, lire : = 60.000 $\times$ 2.10 = 126.000 kilogrammètres.
Exercice 6. — 2e col., 1re ligne, lire : $\omega^2 r^2 = V^2$.
Exercice 7. — Solution, 3e ligne, lire : $\rho = 0.91$.

Exercice 2. — *Quette est en unité C. G. S. ta vateur d'une tension de 110 votts?*

— En consultant le tableau, nous voyons que 1 volt vaut 10^8 unités C. G. S., donc 110 volts valent 110 $\times$ 10^8 unités C. G. S. Nous ne calculons pas cette valeur, nous la donnons simplement comme exemple d'application pour plus tard.

Nous verrons par la suite des applications des unités de travail électrique. Nous allons maintenant passer à l'étude de l'électricité et des applications

11. — Le courant électrique. Force électromotrice. Intensité. Résistance.

Note. — Voyons ce qu'on entend par *force électromotrice.*

De même qu'en mécanique une force produit un mouvement, la force électromotrice, en électricité, est la cause qui produit le courant. On la représente par **E** ou *e*.

Il y a aussi, comme nous le savons, ce qu'on appelle la *différence de potentiel,* c'est un effet de la force électromotrice.

On emploie le nom de *force électromotrice* lorsqu'il s'agit d'un générateur, pile ou dynamo ou d'un moteur à courant continu, etc.

Le nom de *différence de potentiel* s'emploie pour désigner une tension quelconque entre deux points, d'où qu'elle provienne. On emploie aussi l'expression de *tension* à la place de différence de potentiel en pratique ; nous emploierons indifféremment l'une ou l'autre de ces deux expressions.

Qu'il s'agisse de force électromotrice ou de différence de potentiel, nous savons que l'unité pratique est le *volt.*

Voyons ensuite ce qu'on appelle *intensité* d'un courant.

Nous savons qu'en hydraulique on entend par *débit,* d'un tuyau par exemple, la quantité d'eau qui passe, en une seconde, par une section donnée, quelconque, du tuyau. En électricité, l'intensité est analogue au débit. Ce sera donc la quantité d'électricité passant par seconde en un point d'un conducteur.

Nous avons vu que l'unité pratique d'*intensité* est l'*ampère.*

On désigne l'intensité par **I** ou par *i*.

La quantité d'électricité Q passant dans un conducteur pendant un temps *t* secondes sera donc exprimée, d'après cela, par :

$$Q = I \times t \qquad (15)$$

Nous connaissons l'expression *densité de courant* rappelons-en la signification.

Si nous évaluons en *millimètres carrés* la section *s* d'un conducteur parcouru par un courant **I**, la

densité de courant sera le quotient de I par s, c'est-à-dire : $\frac{I}{s}$ (16).

C'est pourquoi l'on dira, par exemple, que, dans tel câble, la densité de courant est de tant d'ampères par millimètre carré.

Enfin, examinons la question de *résistance.*

L'exemple du tuyau en hydraulique caractérise ce qui se passe ici. Plus sa section sera grande et moins grande sera la résistance offerte au passage de l'eau. Mais, de même que, dans un tuyau, la résistance opposée au passage de l'eau dépend aussi de l'état intérieur (dépôts, obstructions, etc.) du tuyau, dans un conducteur, la résistance dépend, outre la section, de la nature du conducteur, c'est la *résistivité.*

En appelant R la résistance, cette dernière est exprimée par la formule importante :

$$R = a \times \frac{l}{s} \qquad (17)$$

La lettre a est la résistivité, l est la longueur du conducteur, s, sa section.

Comme nous le savons, l'unité pratique de résistance est l'*ohm.*

Dans les calculs pratiques, on exprime la longueur l en mètres, la section s en millimètres carrés, la résistivité étant exprimée en ohms.

On prend généralement pour cette dernière la valeur $a = \frac{1}{60}$ ou $a = 0{,}0166$ ohm.

Il est utile de remarquer, surtout pour l'application par la suite aux calculs des machines, que cette valeur de a est celle à 0° et que cette valeur croît avec la température.

Nous allons faire comprendre ce qui précède à l'aide d'exemples d'applications.

Exercice 3. — *La quantité d'électricité fournie pendant trois heures à un bain électrolytique est de 64.800 coulombs. Calculer l'intensité du courant employé.*

— Nous avons vu, à propos de quantité, la formule (15) : $Q = I \times t$.

Or, ici Q = 64.800 coulombs et $t = 3 \times 3.600 =$ = 10.800 secondes, on a donc :

$$64.800 = I \times 10.800$$

L'intensité du courant est donc :

$$I = \frac{64.800}{10.800} = 6 \text{ ampères.}$$

Exercice 4. — *Un câble de feeder de 750 millimètres carrés de section supporte une densité de courant de 0 amp. 5 par millimètre carré. Calculer sa charge.*

— La densité de courant est donnée par la formule (16) : $\frac{I}{s}$. Ici, nous connaissons la section S = 750 millimètres carrés et la densité de courant 0 ampère, 5 par millimètre carré; on a donc :

$\frac{I}{750} = 0$ amp. 5, d'où l'on tire

$$I = 750 \times 0{,}5 = 375 \text{ ampères.}$$

Exercice 5. — *La longueur de chaque conducteur d'un tronçon de ligne est de 3 kilomètres 200. Le diamètre de ces conducteurs est de 7 millimètres. Calculer la résistance de chacun d'eux. On prendra pour résistivité 0,0166* ohm.

— Nous savons, par la formule (17) $R = a \times \frac{l}{S}$ comment on calcule la résistance d'un conducteur.

Calculons d'abord la section du conducteur. C'est : $S = \frac{\pi \times 7^2}{4} = 38$ mm², 4.

Sa résistance est donc :

$$R = 0{,}0166 \times \frac{3.200}{38{,}4} = 1 \text{ ohm, } 38.$$

Exercice 6. — *On veut construire une résistance à l'aide d'un fil de résistivité 0,63 ohm et de 7 millimètres carrés de section. Quelle longueur de fil devra-t-on prendre si l'on veut obtenir une résistance de 18 ohms.*

— Cette longueur est facile à calculer, puisqu'elle se déduit de la formule $R = \frac{a \times l}{s}$, que nous écrivons, en tirant la valeur de la longueur l que nous cherchons : $l = \frac{R \times s}{a}$.

Avec la donnée de notre problème : R = 18 ohms, $s = 7$ millimètres carrés, $a = 0{,}63$ ohm, nous obtenons la longueur convenable :

$$l = \frac{18 \times 7}{0{,}63} = 200 \text{ mètres.}$$

Exercice 7. — *Une bobine d'inducteur de moteur à courant continu a une longueur de 620 mètres de fil de 16/10 de millimètre de diamètre. On admet une température ambiante moyenne de 15° et une élévation de température de 42° en fonctionnement normal. Sachant que, pour cette élévation de température, la résistivité* a *du cuivre employé est de 0,0197 ohm, on demande : 1° quelle sera la résistance à chaud de cette bobine pour la température indiquée? 2° Quelle est l'augmentation de résistance de l'enroulement si à 15° la résistivité est de 0,017 ohm?*

— 1° Calculons la section du fil, c'est :

$$\frac{\pi \times 1{,}6^2 =}{4} = 2 \text{ millimètres carrés,}$$

La résistance à la température normale de fonctionnement, c'est-à-dire à 15 + 42 = 57° est alors, puisque la résistivité est à ce moment de 0,0197 ohm :

$$R = 0{,}0197 \times \frac{620}{2} = 6 \text{ ohms}, 1.$$

— 2° La résistance à 15° serait :

$$R = 0{,}017 \times \frac{620}{2} = 5 \text{ ohms}, 27.$$

L'augmentation de résistance en passant de la température 15° à la température 42° est donc de :

$$6{,}1 - 5{,}27 = 0{,}83 \text{ ohm}.$$

Exercice 8. — *Quelle devrait être la section d'un câble en aluminium remplaçant un câble en cuivre de 50 millimètres carrés de section et de 10 ohms de résistance, si la résistivité de l'aluminium employé est de 0,032 ohm et celle du cuivre de 0,0185 ohm.*

— D'après la formule générale $R = a \times \frac{l}{s}$, la longueur l doit rester la même, ainsi que la résistance R, seules la résistivité a et la section s sont changées.

D'après la formule précédente, la section est donnée par : $s = a \times \frac{l}{R}$.

Pour le cuivre, la section sera donc exprimée par

$$50 = 0{,}0185 \times \frac{l}{10}.$$

Pour l'aluminium, par : $s = 0{,}032 \times \frac{l}{10}$.

Nous savons qu'on peut diviser membre à membre, comme ci-dessous, les deux expressions ainsi obtenues et que le terme $\frac{l}{10}$ se trouvant divisé par lui-même donne 1. Le résultat simplifié sera donc : $\frac{50}{s} = \frac{0{,}0185}{0{,}032}$, qui nous permet de calculer la section S, dont la valeur sera :

$$S = \frac{0{,}032 \times 50}{0{,}0185} = 86 \text{ mm}^2, 5.$$

— Remarquons, au point de vue du poids, que, la densité de l'aluminium étant de 2,67 et celle du cuivre de 8,95, le poids d'aluminium sera :

$$\frac{86{,}5 \times 2{,}67}{50 \times 8{,}95} = 0{,}517,$$

soit à peu près la moitié du poids de cuivre, d'où économie de métal.

12. — La loi d'Ohm. Calcul de la chute de tension.

Note. — Nous savons qu'il existe entre la force électromotrice E, l'intensité I et la résistance R une relation constituant ce qu'on appelle la loi d'*ohm*, ainsi conçue :

Dans un circuit de résistance R, le courant I est proportionnel à la force électromotrice E et inversement proportionnel à la résistance R.

Ce qui se traduit par l'expression : $I = \frac{E}{R}$ (18).

C'est cette loi qui permet de calculer ce qu'on appelle en pratique la perte en volts ou *chute de tension* dans une ligne.

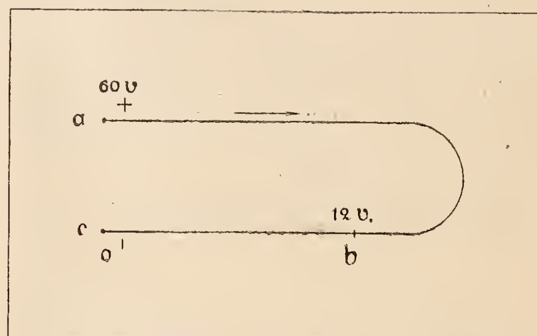


Fig. 5.

Ainsi, supposons, par exemple (fig. 5), que les deux extrémités a et c d'une ligne $a\ b\ c$ soient reliées aux deux bornes d'une génératrice produisant une force électromotrice E de 60 volts. Admettons que la ligne ait une résistance de 10 ohms.

Conformément à la loi d'ohm ci-dessus, il va circuler un courant dont la valeur sera :

$$I = \frac{E}{R}, \text{ c'est-à-dire } I = \frac{60}{10} = 6 \text{ ampères}.$$

Examinons maintenant le calcul de la chute de tension, par exemple de a en b, suivant le sens de la flèche. Pour cela, supposons que la résistance de la portion $a\ b$ soit de 8 ohms. Appliquons la loi d'ohm entre les deux points a et b, et appelons u la différence de potentiel entre a et b, on aura :

$$6 = \frac{u}{8}, \text{ c'est-à-dire } u = 48 \text{ volts}.$$

Telle est la chute de tension entre a et b. On voit qu'on ne dispose plus, entre b et c, que d'une tension de

$$60 - 48 = 12 \text{ volts}.$$

Il s'agit donc bien d'une perte.

Au point c la tension est nulle. Il y a donc tout le long de la ligne $a\ b\ c$ une chute de tension d'autant plus grande que le conducteur est plus long, pour une intensité donnée.

Dans les applications aux calculs des chutes de tension, on emploie la loi d'ohm sous la forme :

$$E = R\,I \qquad (19)$$

Le plus souvent, on remplace R par $a \times \frac{l}{s}$

et le calcul de la chute de tension prend la forme :

$$u = a \times \frac{l}{s} \times I \qquad (20)$$

Sous cette forme, on voit bien que plus la longueur l sera grande et plus grande sera la chute de tension E, comme nous venons de le dire.

Voyons maintenant des applications numériques de ce que nous venons d'exposer.

Exercice 9. — *Quelle est la différence de potentiel entre les deux extrémités d'une ligne de 360 mètres de longueur totale (aller et retour), de 30 millimètres carrés de section, lorsqu'elle est parcourue par un courant de 60 ampères. Le cuivre de cette ligne a une résistivité de 1/60.*

— Ce problème revient à calculer la chute de tension d'un bout à l'autre de la ligne. Comme nous venons de le voir, la loi d'ohm sous la forme (20) $u = a \times \frac{l}{s} \times I$, donne la solution immédiate du problème.

Les données du problème étant $a = \frac{1}{60}$, $l = 660$ mètres, $s = 30$ millimètres carrés, $I = 60$ ampères, nous obtenons :

$$u = \frac{1}{60} \times \frac{660}{30} \times 60 = 220 \text{ volts},$$

différence de potentiel entre les deux extrémités de la ligne (se reporter à la fig. 5).

Exercice 10. — *Quelle est la chute de tension dans un conducteur de ligne aérienne de 2.800 mètres de longueur et de 95 millimètres carrés de section, transportant un courant de 45 ampères.*

— Comme dans le problème précédent nous devons avoir recours à la formule (20) $u = a \times \frac{s}{l} + I$, dans laquelle $a = \frac{1}{60}$, $l = 2800$ mètres, $s = 95$ mm² et $I = 45$ ampères. Nous obtiendrons donc $u = \frac{1}{60} \times \frac{2800}{95} \times 45 = 22$ volts environ.

Exercice 11. — *Un groupe de lampes prenant au total un courant de 16 ampères est alimenté par une portion de réseau à 150 volts. On admet une chute de tension de 2,5 0/0 dans cette portion. On a adopté du cuivre de 30 millimètres carrés de section. Calculer la longueur de cette portion de réseau et la tension à laquelle marchent les lampes au bout de ce tronçon à deux fils, de résistivité $\frac{1}{60}$.*

1° Nous utilisons encore la formule (20). Cette formule peut s'écrire, pour le cas qui nous occupe, dans la forme $l = u \times \frac{s}{a \times I}$.

Il nous faut connaître la valeur de u, chute de tension totale admise dans la portion du réseau, elle est de 2,5 0/0 de 150 volts, soit de

$$150 \times 0{,}025 = 3 \text{ volts } 75.$$

Les données du problème sont alors

$u = 3$ volts 75, $s = 30$ mm², $a = \frac{1}{60}$, $I = 16$ ampères on a donc

$$l = 3{,}75 \times \frac{60 \times 30}{16} = 422 \text{ mètres.}$$

2° La chûte de tension totale dans le réseau étant de 3 volts 75, la tension aux bornes des lampes ne sera plus que de

$$150 - 3{,}75 = 146{,}25, \text{ soit } 146 \text{ volts.}$$

Problèmes.

(*Les solutions des problèmes faisant l'objet du concours seront publiées à l'expiration des délais indiqués* *p. 259.*)

Problème 8. — Quelle est, en volts, la valeur d'une tension ayant, en unités C. G. S., la valeur 12.500.000 unités ?

Problème 9. — La capacité d'une batterie d'accumulateurs exprimée en coulombs est de 5.040.000. Le courant de charge est de 200 ampères. Quel temps faudra-t-il pour charger cette batterie ?

Problème 10. — Quel diamètre faut-il donner aux fils d'une ligne de 8 kilom. 4 de longueur, si l'on veut que sa résistance ne soit pas supérieure à 2 ohms 8 pour chacun d'eux. La résistivité du cuivre de la ligne est de $\frac{1}{60}$.

Problème 11. — Une ligne de transport de 18 kilom. 620 de longueur doit être construite en bronze silicieux. Le diamètre des conducteurs adoptés est de 7 millim. 5. La résistance de chacun de ces conducteurs ne devant pas dépasser 31 ohms 6, quelle sera la résistivité du bronze qu'on pourra employer ?

Problème 12. — Une ligne aérienne de 12 kilom. 300 de longueur doit transporter 90 ampères. La densité du courant admise est de 1,5 ampère par millimètres carré. Quelle est la résistance de cette ligne si $a = 0{,}01584$?

Problème 13. — Quelle est la tension normale d'un tronçon de réseau de 324 mètres de longueur aller et retour et de 18 millimètres carrés de section, dans lequel on admet une chute de tension totale de 5 0/0. Ce réseau alimente des lampes demandant un courant maximum de 16 ampères 5 et le cuivre employé est de résistivité $\frac{1}{54}$.

Problème 14. — Un moteur à courant continu est alimenté par une ligne de longueur, aller et retour, 756 mètres. On consent à perdre dans la ligne 10 0/0 de la tension à la station génératrice, tension qui est de 460 volts. Le moteur prend un courant de 50 ampères. Quelle section devra-t-on donner aux conducteurs de la ligne pour ne pas dépasser la perte admise avec du cuivre de résistivité $\frac{1}{54}$?

R. Sivoine,
Ingénieur E. T. P.

TRIBUNE DES ABONNÉS

*Nous rappelons que l'*Electricien *publie gracieusement les demandes de* renseignements, de conseils, *les* problèmes techniques, *etc., posés par tous ses abonnés. Il fait ensuite appel à tous ceux de ses lecteurs qui sont en mesure de répondre aux questions posées en les priant de vouloir bien adresser aux bureaux de la Rédaction, 47-49, quai des Grands-Augustins, les réponses qu'ils jugeront utiles de faire.*

QUESTIONS

N° 48. — La consommation des lampes type 1/2 watt d'intensité inférieure à 50 bougies étant d'environ 1 watt par bougie, cette consommation peut-elle être ramenée à 1/2 watt en employant un filament plus gros et en réduisant le voltage de la lampe (à 12 volts, par exemple) à l'aide d'un petit transformateur ?

La consommation spécifique des lampes 1/2 watt *au-dessus* de 50 bougies et à partir de 110 volts peut-elle être réduite en construisant ces lampes pour un voltage moindre, 30 volts, par exemple, et à intensité lumineuse égale ?

N° 49. — Pourriez-vous bien m'indiquer quelle maison française pourrait me fournir de la *manganine* en fils par quantité de 10 kilos pour la construction de résistances étalonnées.

Guillard.

RÉPONSES

N° 34. — 1° Etant donné la longueur de la ligne, il faut avoir recours à du courant triphasé, 2.000 à 3.000 volts, 25 ou 50 périodes.

4° Une seule génératrice à 2.000 ou 3.000 volts, 100 chevaux, est beaucoup plus économique que deux unités de 50 chevaux.

Pour répondre aux autres questions (2°, 3°, 5°), il faudrait être fixé sur les points suivants :

a) La vitesse de la turbine alimentée par la chute ou à défaut la hauteur et le débit exact de la chute.

b) La manière dont doivent travailler les moteurs : soit à vitesse constante, soit à vitesse variable ; dans ce deuxième cas, indiquer les écarts de vitesse. S'agit-il d'une commande directe ou par courroies ?

c) Les moteurs travailleront-ils dans une atmosphère humide ?

d) Installera-t-on l'éclairage sur le nouveau transport de force ?

M. A. F.

N° 43. — Nous ferons la distribution en courant continu à 220 volts, qui procurera une économie beaucoup plus grande de cuivre dans la ligne que la tension de 110 volts ordinairement employée pour l'éclairage.

Le prix de la génératrice à 220 volts sera d'ailleurs peu différent de celui de la génératrice à 110 volts. L'appareillage (douilles, fils, lampes, etc.) sera, par contre, un peu plus cher que pour 110 volts.

Nous consentirons une perte de 5 % dans la ligne pour le cas de l'éclairage. Nous aurons alors une chute de tension de :

$$220 \times 0{,}05 = 11 \text{ volts.}$$

Il faut que le voltage soit assez peu différent de 220 volts dans la lampe la plus éloignée ; il faut aussi que ce voltage soit peu supérieur à 220 volts dans la lampe la plus rapprochée. Nous admettons 226 volts dans celle-ci et 215 volts dans la plus éloignée, ce qui nous donnera notre chute totale admise, soit :

$$226 - 215 = 11 \text{ volts.}$$

La génératrice devra donner environ 230 volts par le réglage de son excitation.

Nous calculons la ligne comme si toutes les lampes devaient fonctionner à la fois.

Nous supposerons, de plus, qu'il s'agit de lampes à filament métallique, consommant environ 1,1 watt par bougie, soit 28 watts environ par lampe de 25 bougies.

La consommation totale serait alors de :

$$28 \times 60 = 1.680 \text{ watts.}$$

L'intensité totale, toutes lampes allumées, serait en moyenne de 7, 7 ampères.

La section correspondant à cette intensité pour la perte de puissance admise plus haut sera alors de 30 millimètres carrés.

On pourra prendre du fil rigide.

Si l'on avait eu recours à la tension de 110 volts pour la même perte admise, la section eût été évidemment quadruple, soit 120 millimètres carrés. On voit la notable économie réalisée avec 220 volts sur le cuivre de la ligne.

R. S.

N° 26. — Je puis renseigner les abonnés qui ne peuvent trouver, dans le commerce, des *audions* amplificateurs pour T. S. F.

La maison de Grammont, 10, rue d'Uzès, à Paris (usine à Lyon) qui a fabriqué pour la guerre, depuis 1915, des centaines de milliers *de lampes à vide* (Brevets Lee de Forest et autres) peut en vendre maintenant au public.

Le prix actuel de ces *audions* est de 15 à 20 francs.

Mais il n'est permis d'en faire usage que pour des travaux de laboratoire.

Pour écouter les messages de télégraphie ou de téléphonie sans fil, il faut demander préalablement une autorisation à l'administration des P. T. T.

Les fabricants sont d'ailleurs en pourparlers avec cette administration pour connaître la réglementation définitive.

Gibon.

Le Gérant : L. De Soye.

Accumulateurs [UNIS-FRANCE]
Pour éclairage et démarrage des Automobiles.
TYPES FIXES pour Stations centrales et Eclairages privés.
Batteries transportables, Plaques de rechange pour tous systèmes.
PILES ELECTRIQUES
HEINZ
SAN FRANCISCO 1915 : Hors Concours — CASABLANCA 1915 : Grand Prix.
BUREAUX : 2, rue Tronchet, PARIS, 8e. — USINE à Saint-Ouen (Seine)

En vente à la Librairie DUNOD, 47 et 49, quai des Grands-Augustins, Paris (6e).
LES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES D'HIER ET DE DEMAIN
L'ENSEIGNEMENT DE L'ÉLECTRICITÉ INDUSTRIELLE
PAR MAURICE SOUBRIER
Ancien élève de l'École polytechnique, Professeur suppléant d'électricité industrielle au Conservatoire national des Arts et Métiers
Rédacteur en chef de l'*Électricien*.
Un volume in-8o (16 × 25) de 214 pages. Broché........................ 10 francs.
(Majoration temporaire de 50 0/0 sur le prix marqué à partir du 16 juillet 1919.)

Métaux précieux, le kilo.

Or (au 1000/1000)	8.000	»
Argent —	520	»
Platine —	35.000	»

VIEUX MÉTAUX

Cuivre rouge mitraille non étamée . les 100 kgs	280	»
— — mitraille étamée	270	»
— — tournures	240	»
— jaune lourd	180	»
— — léger	160	»
— — tout-venant	130	»
Laiton rognures neuves 1er titre	180	»
— mitraille massive	170	»
— — légère	150	»
— — tout-venant	120	»
Bronze mitraille mécanique	300	»
— tournure mécanique	270	»
Aluminium rognures neuves	180	»
— mitraille	140	»
— tournures	100	»
Etain affiné de mesure 92 %	600	»
— soudure de plombiers	500	»
— métal antifriction	700	»
Mitraille d'étain	60	»
Plomb antimonieux 10 %	110	»
— — 20 %	120	»
— balles en plomb	90	»
— tuyaux et planches	100	»
refondu	80	»
— capsules	75	»
— vieux accumulateurs	75	»
Zinc, rognures	80	»
— couverture	85	»
— chiffonnier	75	»
Antimoine, première marque	80	»
Aciers : Rails, bandages et chutes d'obus	25	»
— Riblons divers	20	»
— Boîtes à conserves	5	»
— Fer-blanc brillant rognures	4	»
Ferrailles de constructeurs	15	»
— de campagne	14	»
Platinages	5	»
Essieux et bandages	25	»
Rails en fer	25	»
Tournures d'acier	7	»
Tôles de chaudières	22	»
Fontes : mécanique	32	»
— sabots ou coussinets	25	»
— blanche	15	»
— grise	18	»
— tournures de fonte	10	»

Prix des matières grasses

Suif indigène 43 1/2 franco Paris.......100 kil.	360	»
— en branches à 70 % (Algérie)	260	»
— « pays » Marseille	350	»
Huile pour mouvement	150	»
— pour moteur	170	»
Graisse consistante pour machines	200	»
Huile de coprah, Marseille	340	»
— d'arachide indust., Marseille	460	»
Stéarine pure saponification	510	»
Paraffine américaine, Marseille	320	»
Benzo-moteur	50	»
Essence moteur ordinaire, quai Rouen, l'hectol.	89	50
— fine de luxe	104	»
Pétrole, quai Rouen	60	»

Nouvelle Encocheuse Automatique "BLISS"

Brevetée S. G. D. G.

400 à 500 COUPS par minute. — **Grande précision** de division. — Embrayage **supprimant les chocs.** — Table de division réversible. — Fixation rapide des disques. — Puissance 16 tonnes. — *Construction soignée.*

Renseignements et Devis sur demande au Service "J".

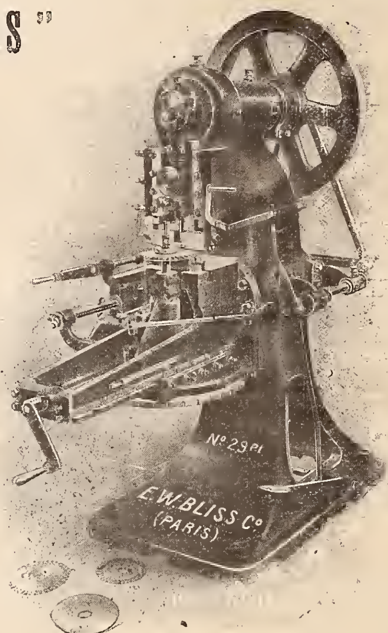
SOCIÉTÉ ANONYME DES ÉTABLISSEMENTS

E. W. BLISS C° (PARIS)

100, boul. Victor-Hugo

à SAINT-OUEN (Seine).

La plus importante firme du monde pour MACHINES et OUTILLAGES à DÉCOUPER, ESTAMPER, CISAILLER, SERTIR, AGRAFER, PERFORER, etc.



Vue de la machine disposée pour encocher d'après le centre des tôles

OFFRES ET DEMANDES D'EMPLOIS

La ligne : 2 fr. par insertion.

—

*Les offres et demandes d'emplois doivent être envoyées sous pli fermé à l'adresse de l'*Electricien, *47-49, quai des Grands-Augustins, Paris.*

MM. les Correspondants sont priés de les rédiger eux-mêmes, *sous une forme aussi laconique que possible, en écrivant seulement au recto de la feuille qui doit être indépendante de la lettre d'envoi.*

*Les abonnés de l'*Electricien *auront droit à 12 lignes d'insertions gratuites dans une année.*

Le tarif est de 2 francs la ligne. Pour répondre à celles des annonces insérées sans l'adresse des auteurs, prière d'écrire au journal sous double enveloppe, en indiquant seulement le numéro de l'offre ou de la demande sur l'enveloppe intérieure qui sera envoyée de suite aux intéressés.

DEMANDES

P. 20. — **Electricien,** 40 ans, dans la même société depuis 14 ans, ayant l'emploi de chef de secteur (actuellement 14 communes) demande emploi similaire plus conséquent France ou Algérie.

Ecrire H. Gauthier, Poste restante, Lyon-Brotteaux.

P. 15. — **Electricien-mécanicien diplômé,** trente-deux ans, actif, énergique, connaissant parfaitement l'exploitation et l'entretien de centrale, réseau ou autre usine, demande place stable et d'avenir. France ou colonies. Ecrire à P. B. L. M., à l'*Electricien.*

P. 16. — **Jeune électricien** demande emploi dans secteur ou usine de construction. Prétentions modestes comme salaires. Paul Poirier, Evron (Mayenne).

P. 21. — **Ex-Directeur** maison électricité sollicite représentations exclusives matériel électrique pour région industrielle Midi. Très sérieuses références. Ecrire B. G. A. au Journal.

OFFRES ET DEMANDES DE MATÉRIEL

(La ligne : 5 fr. par insertion.)

—

Nos lecteurs sont priés d'indiquer très clairement les caractéristiques principales des machines : puissance en watts, tension, nombre de tours, etc...

*Sous cette rubrique, chaque abonné de l'*Electricien *aura droit, dans l'année, à 5 lignes gratuites*

OFFRES

M. 17. — A vendre pratiquement neufs : *pont* Chauvin et Arnoux, de 0,2 à 20-10⁶ ohms milliampèremètre pour courants continus et alternatifs planimètre perfectionné.

Chemaille, 46, r. Custine, Paris.

M. 18. — Disponible à Lyon **dynamo-labour,** courant continu 114 volts, 440 ampères, 600 tours, avec accessoires parfait état.

J. Armanet, 175, avenue Thiers, Lyon.

M. 19. — **A vendre concession d'éclairage électrique** de Challans (Vendée), en pleine exploitation ; 20 années à courir avant l'expiration de la concession.

L. Basteau, ingénieur, à Challans, (Vendée).

M. 20. — A vendre au plus offrant, perceuse électrique, 125 × 220 volts, 350 watts, perçage 16, taraudage 10, alésage 13. Maillefer du Godet, route de Lyon, Yseure-sur-Allier.

POUR

ACHETER OU VENDRE

Maisons d'Installations électriques
Constructions mécaniques

SECTEURS ÉLECTRIQUES

S'adresser à M. FRANÇOIS, à Paris,
6, boulevard Montmartre, (IXe)

Téléphone : Bergère 48-64

35e Année. — No 1243. 31 Décembre 1919.

L'ÉLECTRICIEN

Revue Internationale de l'Électricité & de ses applications

PARAISSANT LE 15 ET LE DERNIER JOUR DE CHAQUE MOIS

Rédacteur en Chef : Maurice SOUBRIER

ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE

PROFESSEUR ADJOINT D'ÉLECTRICITÉ INDUSTRIELLE AU CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIERS

SOMMAIRE

L'Equipement électrique des avions : **P. Maurer.** — Recherche des défauts dans les câbles haute tension : **G. Lebaupin.** — Les automotrices et locomotives de la Bernina : **L. Pahin.** — Calcul pratique d'une installation en courant triphasé : **S. Turcus.** — Effet produit par la pluie sur un fil isolé : **F. M. G.** — Influence de la disposition des conducteurs sur le rendement des fours électriques : **M. J. R.** — Electricité et radioactivité : **F. Gibon.** — Notre enquête sur l'enseignement technique de l'Electricité. — Inventions et procédés nouveaux. — L'Ecole de l'*Electricien*; — Enseignement pratique; — Notre concours : **R. Sivoine.** — Tribune des abonnés. — Echos et renseignements commerciaux. — Bibliographie. — Cours des matières premières. — Offres et demandes d'emplois et de matériel.

L'ÉLECTRICITÉ DANS L'AVIATION

L'équipement électrique des avions.

La septième Exposition de Locomotion Aérienne réunit actuellement au Grand-Palais les avions de guerre qui ont gagné leur repos, et les avions commerciaux prêts pour les services aériens de demain. Les électriciens suivront avec intérêt les applications multiples, — autant qu'intéressantes par leur complexité technique, — de l'électricité dans cette nouvelle branche d'industrie.

L'aviation prit une part tellement prépondérante dans la guerre, qu'on peut affirmer qu'elle fut un des premiers facteurs de la victoire.

Croire qu'elle restera exclusivement un engin guerrier serait une erreur grossière, car déjà des transports postaux aériens fonctionnent, et bientôt de gigantesques avions pleins de voyageurs sillonneront les airs.

Dans cet avenir prochain, l'avion deviendra un appareil souple, docile et sûr, mais ce ne seront pas les seules nécessités techniques. Il faudra qu'il soit confortable, qu'il réunisse toutes les commodités, chauffage, éclairage, etc. ; il faudra que le pilote puisse lire à tout moment les indications de ses appareils de commande ; il faudra qu'il puisse atterrir facilement, même de nuit. Il faudra enfin qu'il possède de puissants projecteurs, des feux de position, des appareils de télégraphie, etc.

En temps de guerre, ce problème a été résolu dans son ensemble par l'électricité. Pilotes et passagers étaient chauffés et éclairés. De puissants projecteurs facilitaient l'atterrissage et la recherche des avions ennemis. Enfin la liaison entre l'avion et la terre était constante, grâce à la T. S. F. et à la signalisation optique.

Dans cet article, nous étudierons les moyens déjà employés pendant la guerre pour éclairer et chauffer un avion.

SOURCES D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

Les sources d'énergie électrique que l'on peut utiliser à bord des avions dépendent des nécessités de l'appareil.

Elles ont été divisées en trois catégories pendant la guerre.

Pour les besoins simples du bord, éclairage et feux de position, on utilise des batteries d'accumulateurs.

Pour la télégraphie sans fil, l'éclairage de bord et quelquefois un projecteur d'atterrissage, on

utilise de petites génératrices à courant alternatif.

Enfin, pour un aménagement complet, on emploie une génératrice donnant du courant continu et alternatif, permettant l'utilisation directe, du courant alternatif pour la T. S. F. et du courant continu pour les besoins généraux du bord et pour une batterie d'accumulateurs de secours.

Les caractéristiques de cette machine (connue sous le nom de machine U dans l'armée) sont les suivantes :

Alternatif. — Puissance : 150 volts-ampères. Fréquence : 600 à 900 p. p. s.

Continu. — Puissance : 480 watts. Tension : 16 volts. Débit : 30 ampères. Vitesse : 3.000 à 4.500 tours. Poids : 16 kilos.

rieur de l'inducteur ; elle est constituée par des spires dont le plan d'enroulement est perpendiculaire à l'axe de rotation de la machine. Les extrémités de la bobine sont réunies à deux bagues calées sur l'arbre de la machine. De cette façon, le courant continu peut être amené à la bobine par l'intermédiaire de deux frotteurs.

Commande. — La machine peut être commandée soit directement par le moteur de l'avion, soit par une hélice.

Dans le premier cas, la machine est montée sur un support très près de l'arbre du moteur de l'avion, et est entraînée par une courroie par l'intermédiaire de poulies montées sur les arbres du moteur et de la génératrice.

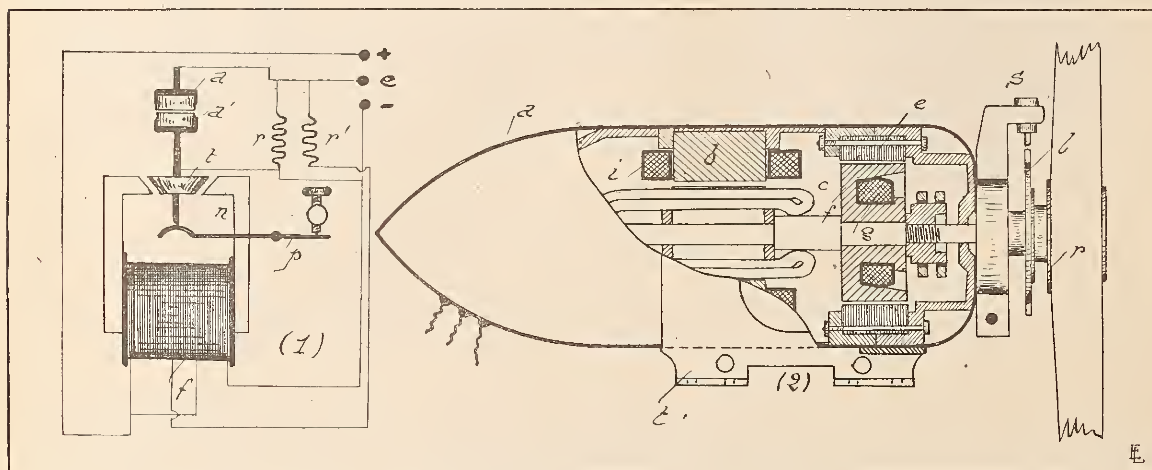


Fig. 1. — Génératrice actionnée par hélice fournissant les deux courants : alternatif 150 v. a. continu 480 w.

On constate que le poids est extrêmement réduit par rapport à la puissance totale de la machine. Le but des inventeurs a d'ailleurs été de réduire le poids et l'encombrement des génératrices pour avions tout en conservant une puissance relativement grande.

La génératrice à courant continu proprement dite est formée (fig. 1) d'une carcasse *b* portant le bobinage inducteur *i* (2 pôles). La même carcasse supporte l'induit *e* de l'alternateur.

L'induit de la génératrice à courant continu *c* est bobiné mécaniquement, assurant ainsi une répartition égale du courant à l'intérieur de l'induit et par conséquent diminuant l'échauffement.

Les porte-balais sont fixés et supportés par le palier arrière (invisible sur la figure).

L'alternateur est à induit fixe. Cet induit *e* porte 24 bobines.

L'inducteur *f* est à 24 pôles entrecroisés alternativement. La bobine inductrice *g* est logée à l'inté-

Un tendeur et un petit embrayage complètent l'installation.

On a reconnu que ce dispositif présentait de sérieux inconvénients par suite de la vitesse de rotation.

Dans le deuxième cas (fig. 2), la machine *a* est, soit montée sous l'aile de l'avion, soit directement sur l'aile. Des supports spéciaux sont fixés sur les nervures des ailes ou sur les montants. Dans ce cas, la machine est entraînée par une hélice en bois.

Régulateur de tension. — On conçoit que la tension de la génératrice à courant continu doit être maintenue constante (16 volts), quels que soient le courant débité et les variations de vitesse, entre 3.000 et 4.500 tours ; on a constaté, en effet, qu'à vide, sans régulateur, elle donnait 48 volts à 4.500 tours.

Le régulateur employé est basé sur le principe d'un contact interrompu par les actions opposées

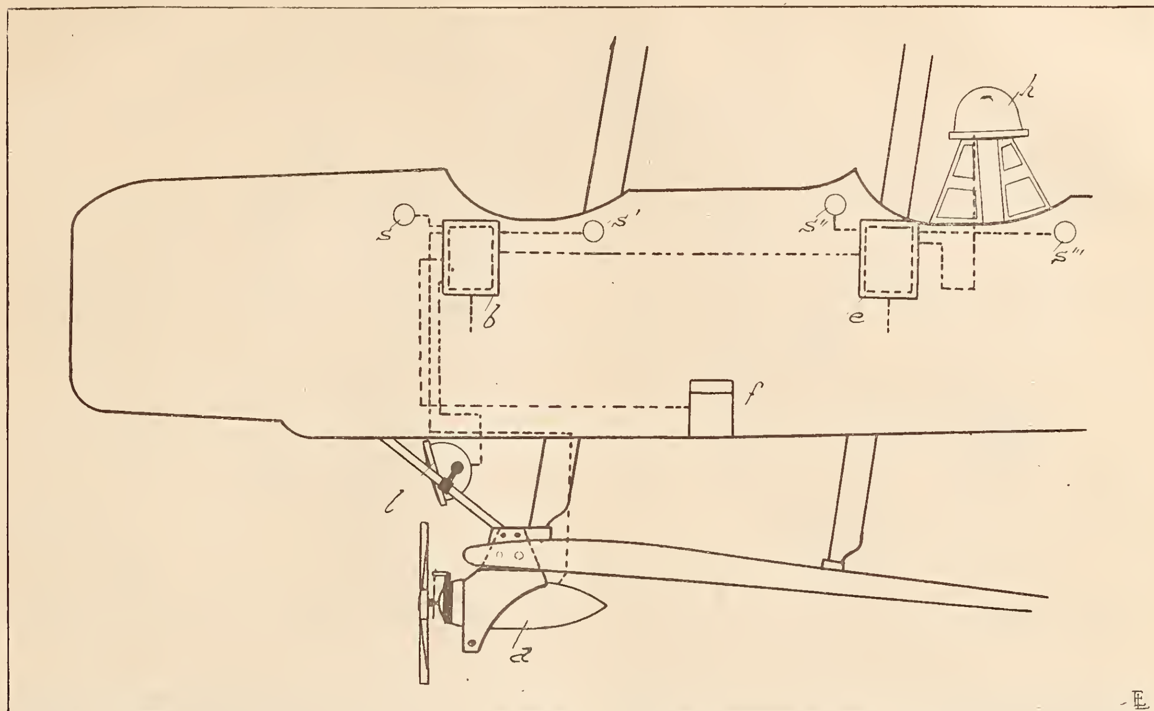


Fig. 2. — Schéma général de l'installation électrique à bord d'un avion.

d'une bobine voltmétrique et d'un ressort antagoniste (fig. 1-1). Il comprend essentiellement un circuit magnétique *n* fermé par un cône mobile *t*, lequel est soutenu par un ressort *p* réglable. Un premier enroulement *f* (107 watts) est monté en dérivation sur la génératrice. Le circuit inducteur de la machine (fig. 3) est fermé par les contacts cuivre-charbon *a a'*, dont un d'eux (charbon) est monté sur la tige portant le cône.

Si la tension croît, le courant augmente dans l'enroulement de *f* et le cône est attiré. Le contact entre *a* et *a'* est rompu, et une résistance *r* est introduite dans le circuit. A ce moment, la tension diminue et le ressort antagoniste *p* agit, rétablissant le contact. Le même phénomène se reproduit constamment, animant le cône *t* d'un mouvement vibratoire d'autant plus rapide que la tension de la machine tend à devenir grande.

La deuxième résistance *r'* est montée en série avec un deuxième enroulement. Le tout est connecté en dérivation aux bornes de l'inducteur, pour diminuer l'aimantation du noyau de fer au moment des vibrations et, par conséquent, augmenter la fréquence de celles-ci.

Les réglages portent sur les contacts et le ressort antagoniste.

L'avantage de ce régulateur est qu'il peut fonctionner dans toutes les positions.

RÉPARTITION DE L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

Pour répartir l'énergie électrique, on utilise deux tableaux de distribution, dont l'un, *b* (fig. 2 et 3) peut être manœuvré par le pilote et l'autre *e* par l'observateur.

Le premier tableau *b*, auquel sont connectés la génératrice à courant continu, l'alternateur et une batterie d'accumulateurs de secours (16 volts, 15 ampères-heure) permet d'utiliser l'énergie :

1° De la génératrice à courant continu pour l'atterrissage (position 1) ;

2° De la batterie d'accumulateurs pour l'atterrissage (position 2) ;

3° De la génératrice à courant continu et alternatif pour la T. S. F., la signalisation optique ou d'autres usages (position 3 vers observateur).

En réalité, les feux de bord et de position et le chauffage sont alimentés continuellement par la génératrice.

Le deuxième tableau *e* reçoit l'énergie en plein vol et l'utilise, soit pour la télégraphie sans fil

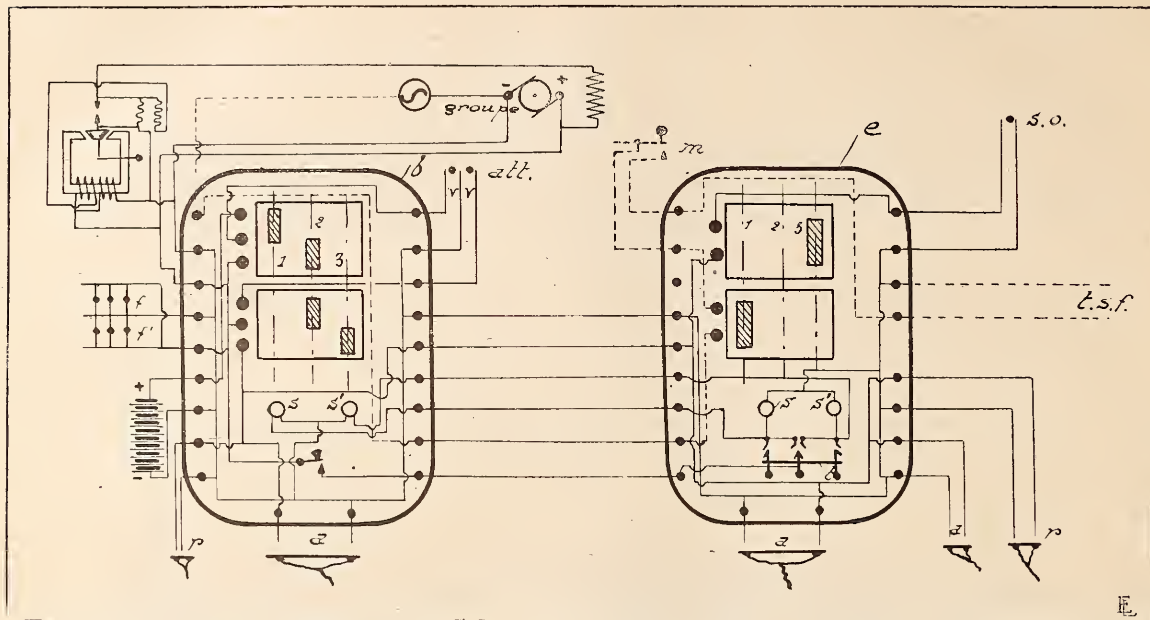


Fig. 3. — Schéma général des connexions. (Tableaux pilote et observateur et intercommunication.)

(position 1), soit pour la télégraphie optique (position 3).

Equipement. — Les tableaux (fig. 2) sont placés à proximité du pilote et de l'observateur et sont fixés aux longerons ou aux nervures de la carlingue.

Les câbles parfaitement isolés sont munis de cosses à chaque extrémité.

Les câbles sont groupés dans une même enveloppe isolante passant à l'intérieur de la carlingue, et fixée à l'aide de barrettes aux nervures de celle-ci. L'isolement en était contrôlé pendant la guerre par le service des fabrications de l'aviation. Ces câbles devaient en principe faire partie intégrante de l'avion et devaient être mis en place avant le finissage de l'avion.

La figure 2 montre le détail de l'installation pour un avion biplace A. R.

APPAREILS D'UTILISATION

Feux de bord. — Les lampes sont établies pour marcher sur la génératrice à courant continu (16 volts. 0 amp., 2). Elles sont généralement montées avec de petits réflecteurs et sont mobiles dans toutes les directions (*s s″ s′ s‴*, fig. 2).

Le plus souvent, un petit interrupteur unipolaire est intercalé sur la ligne (pour éviter la marche de jour).

Elles sont montées sur le tableau du pilote (*f* fig. 3).

Feux de position. — Ils sont constitués par deux lampes (*f′* fig. 3), l'une à feu rouge, l'autre à feu vert (16 volts, 0 amp., 5).

Ces lampes sont montées à l'extrémité des ailes et de telle façon qu'elles soient parfaitement visibles.

Les câbles d'alimentation passent en général dans les ailes (avant entoilage). Ces lampes sont alimentées en permanence par la génératrice à courant continu.

Réchauffeurs d'huile. — On a aussi étudié divers modèles de réchauffeurs d'huile (*r* fig. 3). Ces réchauffeurs, qui peuvent s'adapter facilement sur les réservoirs d'huile, sont du type souple ou rigide.

Ils peuvent dégager de 30.000 à 60.000 petites calories par heure (16 volts de 2 A.,5 à 5 ampères).

L'un d'eux peut être branché sur le tableau du pilote et l'autre sur le tableau de l'observateur.

Projecteurs de recherche ou d'atterrissage. — Ces projecteurs sont placés sous la carlingue (fig. 2-*l*). Les lampes (généralement deux), sont montées sur une même tringle, que l'on peut faire tourner de la carlingue (pour la recherche).

Chaque lampe à foyer concentré présente les constantes suivantes : diamètre, 25 centimètres, 16 volts, 15 ampères, 500 bougies.

Pour la recherche (fig. 3-*v*) et un peu avant l'atterrissage, les deux lampes peuvent être allumées (position 2 de *b*). Dès que la vitesse de la génératrice diminue et que les lampes ne sont plus poussées au voltage nécessaire à leur bon fonctionnement

le pilote manœuvre la manette du tableau *b* et fait passer le commutateur de la position 2 à 1.

Dans cette dernière position, la batterie d'accumulateurs de secours débite sur une seule des lampes.

APPAREIL DE TÉLÉGRAPHIE OPTIQUE

Cet appareil, qui doit être utilisé seulement en période de vol, est monté sur un support, orientable en *h* (fig. 2). Il est manœuvré par l'observateur.

Des appareils de télégraphie optique de 25 centimètres (lampe de 16 volts, 15 ampères) et de 12 centimètres (lampe de 3 amp.,75 ou 7 amp., 75, 16 volts) ont donné des résultats satisfaisants.

La manipulation a lieu soit par déplacement du foyer lumineux, soit à l'aide d'un manipulateur.

On a construit des appareils projecteurs à main pour remplacer les appareils montés sur les fourches orientables. Ils sont, dans ce cas, beaucoup plus maniables.

Il est possible de faire débiter la puissance totale de la machine sur un projecteur de recherche mis au lieu et place des appareils de télégraphie optique

Cet appareil à foyer lumineux, extrêmement concentré, comporte une lampe donnant 1.000 bougies (16 volts, 30 amp.) montée dans un corps cylindrique en aluminium de 25 centimètres de diamètre, au fond duquel est fixé un miroir parabolique argenté; on peut aussi employer une lampe survoltée donnant 3.250 bougies.

APPAREILS DE T. S. F.

La position 3 du tableau *e* oriente le courant venant de l'alternateur vers le transformateur de T. S. F.

Il est possible d'utiliser des postes spéciaux à excitation directe ou indirecte.

Le manipulateur *m* est intercalé sur le tableau de l'observateur (fig. 3).

VÊTEMENTS CHAUFFANTS

En plein vol, on peut utiliser 3 ou quatre équipements chauffants (en permanence). Un équipement complet se compose de : 1 couvre-nuque. 1 paire de gants, 1 paire de chaussons, une combinaison.

La résistance est constituée par des fils fins de de nickel ou maillechort, enroulés autour de fils d'amiante. Les cordonnets sont alors cousus dans les divers éléments des vêtements. De simples boutons pression assurent la liaison entre les éléments et deux fils torsadés connectés à une fiche amovible permettent de relier l'équipement aux tableaux (fig. 3-*a*).

Les constantes du circuit d'alimentation sont : 16 volts, 5 ampères, 68.544 petites calories par heure.

Intercommunication entre observateur et pilote. — Un dispositif d'intercommunication est monté à la partie inférieure des tableaux. Chaque tableau comporte (fig. 3) une lampe rouge *s* et une lampe verte S'. L'observateur peut allumer soit la lampe rouge, soit la lampe verte, soit les deux lampes du tableau du pilote.

Le pilote de son côté peut allumer les deux lampes du tableau de l'observateur indiquant ainsi qu'il a compris les signaux.

En convenant qu'un feu rouge correspond à un point et un feu vert à un trait on peut transmettre les signaux de l'alphabet Morse.

Remarques. — Les accumulateurs de secours peuvent être chargés directement et en plein vol à l'aide de la génératrice et par l'intermédiaire d'un conjoncteur-disjoncteur. La charge doit être faite sous 8 volts ou encore sous 16 volts, mais il faut régler au préalable le régulateur de tension.

Afin d'assurer une plus grande sécurité pour les atterrissages de nuit, il a été installé, en outre, un conjoncteur-disjoncteur, assurant automatiquement l'alimentation des phares d'atterrissage par les accumulateurs, dès que la vitesse de l'avion n'est plus suffisante pour assurer le voltage normal pour la génératrice.

En outre de la génératrice mixte continu-alternatif que nous venons de décrire, il a été utilisé de petits alternateurs dont les caractéristiques principales sont :

Génératrice à courant alternatif.

Puissance.................	150 volts-ampères.
Nombre de tours..........	4.500 par minute.
Fréquence.................	900 périodes /seconde.
Poids.....................	10 k. 450.

Génératrice à courant alternatif avec éclateur tournant.

Puissance.................	500 volts-ampères.
Nombre de tours..........	4.000 par minute.
Fréquence.................	900 périodes /seconde.
Poids.....................	14 k. 650.

Cette dernière génératrice porte sur son arbre, près du moyeu de l'hélice, un éclateur de T. S. F. tournant devant une électrode isolée, supportée par la flasque fixe. Un transformateur-réducteur alimente les circuits d'éclairage à 16 volts, la tension de l'alternateur variant de 100 à 120 volts. Le circuit d'excitation de l'alternateur fournit le courant de charge aux accumulateurs au moyen du conjoncteur-disjoncteur, comme ci-dessus.

P. MAURER,
ingénieur-électricien,



*

Recherche des défauts dans les câbles armés

HAUTE TENSION

++++++++++++++

Suite des essais et observations faits sur une grande longueur de câbles armés, à 5.000 et 15.000 volts (1). *Les exploitants y trouveront de précieuses indications quant aux causes, bien souvent obscures, des claquages de câbles H. T.*

COMPARAISON DES FABRICATIONS.

Ces essais nous ont également permis de faire des comparaisons entre les différentes fabrications de câbles. L'examen en cours de construction et les résultats obtenus jusqu'à la fin de pose nous ont conduit à classer les matières d'imprégnation en trois catégories :

1° Les matières plutôt dures ;

2° Les matières très fluides ;

3° Les matières de consistance moyenne (ni trop dure ni trop fluide).

La première catégorie a l'inconvénient de se fissurer plus facilement dans les manipulations et à la pose, ce qui rend d'ailleurs difficile la mise en place par temps très froids. Elle donne une résistance d'isolement élevée, par suite de la présence d'une assez grande quantité de matières résineuses ; la résistance à la tension continue est également grande.

La seconde catégorie présente pour la pose et pour les déplacements de câbles des qualités remarquables. Elle possède une résistance d'isolement généralement plus faible que dans le cas précédent, et il en est de même pour la résistance à la tension continue. Nous pouvons citer des claquages provenant de ce que les parties huileuses s'étaient séparées nettement des autres parties constituantes de la matière isolante, et s'étaient accumulées à la partie inférieure du câble ; l'arc jaillissait tout le long de cette traînée huileuse, laquelle mesurait une fois 30 centimètres de long. On sait en effet que les huiles ont une faible rigidité en courant continu.

Un autre inconvénient concerne les câbles posés en déclivité ; aux époques chaudes de l'année, surtout si la canalisation n'est pas à une certaine profondeur dans le sol, la partie fluide de la matière tend à gagner les parties basses de la canalisation, ce qui assèche les parties hautes et peut, au bout d'un certain temps, amener des défauts.

La dernière catégorie s'est toujours montrée supérieure. Elle n'a donné que peu de défauts en même temps que des résultats beaucoup plus comparables au point de vue de l'homogénéité. C'est avec certains câbles de cette sorte qu'on a pu atteindre, sans danger, pour une tension normale de 15.000 volts, des tensions d'essai de 90.000 et de 100.000 volts. La résistance d'isolement a donné également des valeurs élevées.

En résumé, les canalisations correspondant à ces différentes catégories ont résisté à une tension continue de cinq fois la tension normale et ont donné satisfaction depuis leur mise en service. Mais il serait néanmoins intéressant de savoir si les câbles qui résistent à une tension continue plus élevée ne possèdent pas également, toutes choses égales d'ailleurs, plus de garanties pour les exploitants que les autres câbles. C'est ce que montrera l'expérience. Mais c'est aussi une question que les constructeurs pourraient, sans doute, solutionner plus rapidement.

Il nous reste à dire maintenant quelques mots sur la recherche des défauts qui se déclarent dans les canalisations souterraines. Comme le savent bien les spécialistes, c'est une opération délicate. La méthode la plus généralement employée est celle de la boucle qu'on réalise avec un galvanomètre sensible et une boîte de piles donnant quelques centaines de volts. Quand le défaut présente une résistance d'isolement très faible, la mesure se fait simplement et l'on trouve l'emplacement avec plus de précision, suivant le degré d'habileté de l'opérateur et suivant la plus ou moins grande importance des courants parasites dont le câble peut être le siège. Quand ceux-ci prennent une grande amplitude, comme cela arrive souvent à Paris ou dans ses environs, cette méthode donne pratiquement des résultats insuffisants.

Au moment des essais relatés plus haut, et qui furent effectués en août 1912, à l'aide du contact tournant de Delon, nous eûmes l'idée, à l'occasion de la recherche d'un défaut par la méthode ci-dessus, d'employer comme source de courant l'appareil de Delon lui-même.

Les résultats trouvés furent les mêmes par les deux méthodes et nous ne vîmes pas à cette époque l'avantage que pouvait présenter cet appareil lourd et encombrant.

(1) Voir *Electricien* du 15 décembre 1919.

Ce n'est qu'un peu plus tard, en présence d'un défaut difficile à localiser, par suite de l'existence de courants parasites, que nous eûmes recours à cette méthode. Nous obtînmes sans difficultés une localisation parfaite. Les quelques chiffres qui suivent donnent un aperçu des résultats ainsi obtenus :

	Défaut localisé à. m	Défaut trouvé à. m	Erreur pour 100. m
Câble 15.000 volts (3 fois 150$^{mm^2}$, long. environ 9.500^m)............	6700	6695	0,07
	5825	5790	0,6
	2950	2902	1,6
	2551	2551	0
Câble 15.000 volts (3 fois 150$^{mm^2}$, long. environ 1.600^m)...	1363	1360	0,2
Câble 15.000 volts (3 fois 150$^{mm^2}$, long. environ 5.700^m).....	65,50	64,50	1,5
Câble 15.000 volts (3 fois 150$^{mm^2}$, long. environ 9.500^m).....	1043	1045	0,19

ESSAI D'UN CABLE TRIPHASÉ SOUS TENSION CONTINUE.

Nous donnons ci-après tous les détails des opérations effectuées pour éliminer les défauts d'un câble à 15.000 volts, de trois fois 150 mm² et de 4.700 mètres de long, avec l'appareil Delon.

La tension continue est appliquée entre une phase et les deux autres phases à la terre ; on monte jusqu'à 75.000 volts, pendant 7 minutes, et le câble claque. On constate que le défaut est une réparation faite en usine. On recommence l'essai huit autres fois et l'on trouve au total neuf défauts analogues. A chaque fois la tension atteint une valeur supérieure à 70.000 volts et à quatre reprises elle atteint 75.000 volts pendant plusieurs minutes. La recherche des défauts ne présente pas de difficultés et est faite à chaque fois par le procédé ordinaire. Lorsque les neuf défauts ont été éliminés, la tension est poussée jusqu'à 70.000 volts entre une phase et la terre ; il y a aussitôt claquage. La recherche du défaut est difficile par la méthode habituelle, par suite de la présence de courants vagabonds. On se sert du contact tournant, comme pour tous les défauts qui vont suivre et l'on obtient facilement la localisation du point défectueux à 3.372 mètres d'un des bouts. On trouve précisément à 3.380 mètres une boîte qu'on ouvre, et l'on constate qu'il y a une poche d'air. Les deux tronçons sont reconnus bons à l'essai d'isolement.

La réparation faite, la tension est poussée jusqu'à 75.000 volts entre la phase 1 et la phase 2 à la terre, et peut être maintenue pendant 15 minutes, limite imposée par le cahier des charges.

Entre la phase 0 et la phase 1 à la terre, on applique la tension qui atteint 75.000 volts, mais le claquage se produit aussitôt. On recherche le défaut et on le localise à 1.240 mètres ; mais on constate que, si l'on maintient l'application du courant sur le câble, la distance va en croissant constamment. On a pensé que cela pouvait provenir de ce qu'il y avait plusieurs défauts sur le câble. On a alors ouvert une boîte à 1.237 mètres et constaté qu'elle avait une poche d'air pouvant devenir dangereuse pour le câble alimenté à 15.000 volts. Les deux tronçons présentent à l'essai d'isolement, comme on l'avait soupçonné, des défauts qu'on fait disparaître par la suite.

Il est intéressant de noter en passant que sur un câble présentant plusieurs défauts, le défaut prédominant a été trouvé par cette méthode, avec une erreur de $\frac{3}{1237}$, c'est-à-dire négligeable.

Après la remise en état de la boîte, on procède à un nouvel essai : la tension est maintenue entre la phase 0 et la phase 1 à la terre, mais on observe des fuites très importantes et l'appareil fournit une puissance très grande. On met alors la tension entre la phase 2 et la phase 0 à la terre ; on atteint ainsi 40.000 volts, et la phase 2 claque. Ce défaut résiste et est très difficile à brûler ; mais comme on soupçonne la boîte d'extrémité, on ouvre cette dernière qu'on reconnaît défectueuse par suite de la présence de plusieurs poches d'air.

On procède à la réfection de cette boîte, et l'on met la tension entre la phase 2 et la phase 1 à la terre ; un claquage se produit à 40.000 volts, mais le défaut résiste. Pour gagner du temps on sectionne le câble afin de diminuer la capacité ; on peut alors brûler rapidement le défaut. On localise ce dernier à 2.044 mètres et l'on trouve une boîte mauvaise à 2.034 mètres (erreur $\frac{10}{2034}$).

Lorsque cette boîte est refaite, on essaie la tension entre la phase 2 et la phase 1 à la terre ; il y a claquage à 50.000 volts. La localisation donne un défaut à 3.575 mètres, alors qu'on le trouve dans une boîte à 3.583 mètres. Après réparation, on claque de nouveau entre la phase 2 et la phase 1 à la terre, à la tension de 70.000 volts. C'est la boîte venant d'être refaite qui est de nouveau mauvaise.

On remet la boîte en état, et l'on trouve un défaut sur la phase 2, on le localise à 1.734 mètres et on le trouve à 1,730 mètres dans une boîte contenant une poche d'air.

On refait la boîte et la tension de 75.000 volts est maintenue, entre la phase 2 et la phase 1 à la terre pendant 15 minutes.

On essaie alors la phase 1 par rapport à la phase 0 à la terre, et il y a claquage à 70.000 volts. On loca-

lise le défaut à 2.012 mètres et l'on trouve à 2.014 m. une boîte où il y a un léger manque d'adhérences entre la matière et le câble.

Une fois la boîte réparée les trois phases supportent pendant 15 minutes 75.000 volts entre phases, et entre phases et terre. La canalisation fut ainsi réceptionnée.

Notons en passant que plusieurs de ces défauts ont pu être localisés alors qu'ils présentaient encore une résistance d'isolement de 1 mégohm à 2 mégohms.

CONCLUSIONS PRATIQUES D'UN ESSAI :

L'histoire de ce câble est très instructive ; elle permet de faire les constatations suivantes :

1° Les neuf claquages du début correspondaient à des réparations faites en cours de fabrication. Les essais en usine n'avaient pas décelé ces faiblesses, l'application du courant continu les a dévoilées immédiatement.

2° Après élimination de ces défauts aucun claquage ne s'est reproduit dans le câble lui-même, malgré de nombreux essais à des tensions atteignant parfois 75.000 volts.

3° Il est survenu ensuite neuf claquages dans les boîtes à des tensions allant jusqu'à 75.000 volts. Nous avons d'ailleurs retrouvé les mêmes défauts dans beaucoup d'autres canalisations, ce qui indique qu'on n'apporte pas toujours, dans la confection de ces boîtes, tout le soin nécessaire.

4° La matière employée dans les boîtes avait été choisie dans une intention très louable, parce que présentant de très grandes qualités isolantes ; mais elle avait l'inconvénient de n'adhérer parfaitement ni au papier du câble, ni aux serre-fils, ni à la boîte.

D'après cela, il paraît indispensable, pour éviter toute solution de continuité, que la matière de la boîte soit la même que celle employée pour imprégner les câbles ; et il y a simplement une question de grandeur convenable à donner aux boîtes de jonction et d'extrémités.

5° Comme on l'a vu, le câble a supporté au total 18 claquages et de très nombreuses applications du courant continu atteignant 70.000 et 75.000 volts. Il a finalement supporté l'essai imposé à 75.000 volts pendant 15 minutes entre les trois conducteurs et entre chacun d'eux et l'armature. Il est intéressant d'ajouter que, depuis cette époque, ce câble se porte très bien, et il ne semble pas que l'essai en statique l'ait fatigué le moins du monde.

Nous nous résumerons en disant que l'application du courant continu pour les essais de réception après pose a permis de déceler et de brûler tous les défauts qui se sont déclarés sur un réseau de plus de 300 kilomètres, ainsi que de localiser très facilement et très exactement tous les défauts difficiles à trouver. Enfin l'emploi de ce courant pour les essais n'a donné lieu, depuis plus de sept ans, à aucune difficulté et à aucun ennui.

3° ESSAIS EN EXPLOITATION

Lorsqu'une canalisation haute tension a subi avec succès les essais d'épreuve après pose, on la réunit aux installations par l'intermédiaire de sectionneurs et de disjoncteurs. Elle se trouve alors en contact avec un grand nombre d'isolateurs qui, comme les boîtes, sont des points faibles.

A partir de cet instant on ne sait plus dans quel état se trouve la canalisation. Pour s'en rendre compte, il faut avoir recours à l'essai d'isolement, bien qu'on sache qu'il n'a pas une signification réelle. Cet essai prend cependant une plus grande valeur, si l'on a eu soin d'y recourir pour tous les câbles, au moment de la réception en usine, et de noter les valeurs obtenues. On sait, en effet, par expérience, l'ordre de grandeur des chiffres qu'on doit trouver, par ce même procédé, une fois la pose effectuée. Comme en outre, les câbles sont toujours suffisamment enfouis dans le sol, la résistance d'isolement ne varie que dans de faibles limites et les chiffres doivent être comparables pour tous les conducteurs. Le contraire serait l'indice d'un défaut qui va se déclarer.

C'est ainsi que nous avons pu éviter bien des fois des accidents d'exploitation, et nous donnons ci-après deux cas de défauts intéressants :

Un câble qui donnait habituellement 10 à 20 mégohms pour chacun des conducteurs, accusa un jour 8 mégohms pour l'une des phases seulement. Ce fléchissement de la résistance provenait d'une condensation insignifiante à l'intérieur d'une boîte de jonction, dans laquelle se trouvait un léger vide à la partie supérieure. Cette trace d'humidité n'intéressait que le conducteur le plus proche.

Un autre câble, qui accusait habituellement 20 mégohms pour chacun de ses conducteurs, ne donna plus un jour que 5 à 6 mégohms. On découvrit que le défaut avait été déterminé dans un dépôt, par des escarbilles incandescentes qui avaient été jetées à l'endroit du passage de cette canalisation. Celle-ci avait tellement chauffé que l'enveloppe de plomb était fondue.

On voit combien il est utile que les câbles soient essayés à l'isolement d'une façon périodique. Grâce à cette précaution, nous n'avons jamais eu à enregistrer d'accidents graves.

Voici maintenant un problème qui se pose souvent en cours d'exploitation :

Un défaut étant en voie d'aggravation, comment arriver à trouver son emplacement exact ?

La plupart du temps, ce sont, à vrai dire, des indices extérieurs, voire même des pressentiments, qui mettent sur la trace du défaut. Quand on dispose d'un procédé de mise en tension progressive, on y a parfois recours, mais cela ne réussit pas toujours. On est donc réduit fréquemment à procéder au débranchement de quelques boîtes, de façon à enfermer le défaut dans une longueur de câble comprise entre deux boîtes consécutives. Hélas ! c'est souvent là que commencent les réelles difficultés, et cependant il faut aller vite, car le besoin de cette canalisation se fait sentir. Enfin, quand favorisé par la chance, le câble est remis en état, on prend son isolement et, si on le peut, on l'essaie à la tension progressive. Mais que vaut cette épreuve?

Nous avons pu constater, à différentes reprises, que des câbles qui s'étaient très bien comportés à cet essai, claquaient dès leur mise en charge. C'est pourquoi nous pensons que l'essai en courant continu donnerait plus de sécurité.

Quand un câble accuse un défaut on pourrait, à notre avis, aggraver ce défaut par l'application du courant continu, dont il serait possible toutefois de limiter la valeur à trois fois, par exemple, celle de la tension normale. La recherche deviendrait alors beaucoup plus rapide et moins coûteuse. On pourrait de même après réparation procéder à une nouvelle application du courant continu à tension réduite.

Nous estimons que cet essai serait également fort intéressant pour vérifier si les installations haute tension qui comportent des isolateurs ne présentent pas de points faibles. Il permettrait, sans doute, d'éliminer les défauts et les fissures de ces isolateurs qui sont des causes sérieuses de danger, plus particulièrement pour les disjonteurs et pour les câbles.

G. LEBAUPIN,
Chef du Laboratoire électrotechnique des chemins de fer de l'Etat.

TRACTION A COURANT CONTINU

Les Automotrices et locomotives de la Bernina

Dans une précédente étude (1) *l'auteur a décrit les installations électriques de la ligne de la Bernina : production en triphasé 7.000/23.000 volts, alimentation par sous-stations transformant en continu 800 volts. Nous donnons ici les caractéristiques du matériel de traction, qui présente certaines particularités : arrosage de la voie en avant des roues, sabots de frein portés par wagonnet entre bogies, etc.*

Voitures automotrices à voyageurs.

On en distingue deux types, suivant qu'elles ont ou non un compartiment à bagages. Elles sont montées sur deux bogies à deux essieux. La caisse comporte à chaque extrémité une plateforme vestibulée servant à la fois de cabine de conduite pour le machiniste et d'accès pour les voyageurs. On trouve également un cabinet de toilette et un cabinet d'aisances. La capacité en places assises est de 31 en 3e classe et de 12 en 2e classe. La longueur entre tampons atteint 13m,910, l'empattement de chaque bogie 2 mètres, la distance des pivots des bogies 8 mètres.

L'équipement électrique se compose de :

4 moteurs à courant continu développant chacun une puissance unihoraire de 75 chevaux ;

2 manipulateurs ;

2 rhéostats ;

2 archets ;

1 parafoudre à cornes avec bobine de self ;

2 automatiques ;

Les instruments de mesure utiles ;

1 moteur pour le frein à vide Hardy ;

1 frein électromagnétique de voie ;

L'installation de chauffage et d'éclairage électriques, etc.

Les 4 moteurs doivent pouvoir assurer la traction d'un train de 45 tonnes en rampe de 70 millimètres par mètre à la vitesse de 18 kilomètres par heure, et en palier à la vitesse de 45 kilomètres par heure.

Les essieux, d'un diamètre de 850 millimètres, sont attaqués par l'intermédiaire d'une réduction d'engrénages (rapport 1 : 4,5).

Les moteurs sont enfermés dans une carcasse blindée en deux parties, qui peut s'ouvrir très facilement par le dessous, sans qu'il soit besoin d'enlever le moteur entier.

Ils ont 4 pôles principaux et autant de pôles de commutation. Les enroulements inducteurs sont

(1) Voir *Electricien* du 15 novembre 1919.

disposés de telle sorte que leur remplacement soit très facile. L'enroulement de l'induit est à une seule épaisseur de fil. Les bobines sont enroulées d'abord sur un gabarit, puis placées dans les rainures de l'induit, isolées au mica.

La suspension des moteurs est celle qu'on emploie habituellement : le moteur est fixé, d'une part, au bogie et, d'autre part, il porte sur l'essieu par l'intermédiaire du porte-palier venu de fonte avec la carcasse du moteur.

Les manipulateurs servent aussi bien à la marche série ou parallèle qu'au freinage électrique en court-circuit. Les deux moteurs de chaque bogie sont constamment connectés en parallèle : les deux groupes sont dès lors eux-mêmes mis en série ou en parallèle. On compte 5 crans de marche série, 4 crans de marche parallèle et 5 crans de freinage.

Chaque combinateur se compose d'un cylindre principal, d'un cylindre inverseur et d'un cylindre auxiliaire.

Le premier, commandé par la poignée principale, porte les contacts ordinaires nécessaires à l'insertion et à l'élimination des résistances pour les positions de marche et pour le passage de « série » à « parallèle ».

Pour éviter la formation de fortes étincelles, la rupture du courant se fait en plusieurs endroits à la fois en même temps qu'est prévue une puissante installation de soufflage magnétique.

Pour prévenir toute fausse manœuvre du personnel, les cylindres principal et inverseur sont enclenchés entre eux : le second ne peut être déplacé que si le premier est au zéro ; inversement le premier est bloqué au zéro tant que le second n'occupe pas une position de marche.

Le troisième cylindre sert, seulement quand le manipulateur est ouvert et l'inverseur au zéro, à mettre hors circuit un moteur ou un groupe de moteurs avariés.

Les résistances sont constituées par des spires de nickel montées sous la caisse de la voiture sur des isolateurs en porcelaine.

Le courant est capté sur le fil aérien par deux archets avec contacts d'aluminium. Il passe par un parafoudre à cornes avec bobines de self, puis par un coupe-circuit principal avec soufflage magnétique puissant, disposé également sur le toit de la voiture.

Il arrive ensuite aux deux plateformes où est installé un disjoncteur automatique à maximum. Les dérivations qui assurent l'éclairage et le chauffage et le fonctionnement de la pompe à vide ainsi que du frein électro-magnétique de voie sont prises avant ces disjoncteurs.

Ces disjoncteurs sont montés sur isolateurs de porcelaine et enfermés dans une carcasse qui laisse sortir seulement le levier de manœuvre. Ils comportent deux séries de coupures, ainsi que de fortes bobines de soufflage permettant l'interruption instantanée d'un courant de 400 ampères et 750 volts. Le déclenchement, au lieu d'être produit par l'action d'un solénoïde, est obtenu à l'aide d'un induit effectuant un mouvement de rotation sous l'influence magnétique du courant.

Le courant traverse ensuite les instruments de mesure et arrive aux manipulateurs, résistances et moteurs déjà décrits.

On trouve sur chaque plateforme un voltmètre, un ampèremètre mesurant le courant utilisé par la voiture elle-même, un autre ampèremètre mesurant le courant absorbé par une seconde voiture motrice accouplée électriquement à la première (double traction), une sonnette électrique et un bouton-poussoir pour communiquer avec la seconde voiture, un manomètre indicateur de vide par le frein Hardy.

L'éclairage est assuré par 21 lampes de 16 bougies (6 pour les fanaux et feux de position, 2 pour les plateformes, 13 pour les compartiments), réparties en 3 séries.

Le chauffage est réalisé par 21 radiateurs, consommant chacun 400 watts, et groupés par séries de 3. On a constaté une dépense de 180 watts par mètre cube d'air chauffé.

On peut constituer des trains de deux voitures motrices, conduite chacune par un wattman. Le wattman de tête commande seul tous les freins du train. En marche, chaque wattman se base sur les indications des deux ampèremètres qu'il a dans sa cabine pour régler la position de la poignée de son manipulateur. Ce système de marche avait déjà été employé sur le chemin de fer Montreux-Oberland.

	N° de l'essai	Vitesse au début du freinage. *(en km h)*	Arrêt réalisé. après un parcours de *(en m)*	Arrêt réalisé. en un temps de *(en sec.)*
A. Frein à main...	1	18	61	10
	2	25	127	21
	3	22	78	19
B. Frein Hardy....	1	25	48	9
	2	23	38	8
	3	22	37	8
C. Frein Hardy combiné avec le frein électro-magnétique........	1	26	35	7
	2	27	40	8
	3	27	38	8
D. Frein électrique.	1	20	36	10
	2	28	40	11
	3	19	32	9

En raison des grandes rampes rencontrées sur la ligne de la Bernina, il était nécessaire de disposer de plusieurs freins sûrs ; on en a adopté 4 : le frein à main à 8 sabots, le frein à vide Hardy, le frein électromagnétique de voie, le frein électrique de court-circuit.

Des essais très soignés ont été effectués avec ces quatre freins. Le train comprenait une automotrice et deux remorques, le poids total étant de 45,4 tonnes Voici les résultats obtenus :

(Voir le tableau page 274.)

LOCOMOTIVES

Locomotives à deux essieux.

Deux locomotives mises en service en 1912 sont principalement destinées à la remorque en renfort des trains sur la longue rampe de 17 kilomètres, où l'inclinaison atteint 70 millimètres par mètre et où les trains lourds à une seule automotrice risqueraient de rester en panne.

Elles n'ont que deux essieux.

Leurs caractéristiques principales sont les suivantes :

Empattement	3,350 m.
Longueur hors tampons	7,750 m.
Largeur	2,400 m.
Hauteur	3,400 m.
Poids total	16,15 t.

Elles comportent une cabine centrale de conduite. Les résistances de marche et de freinage, le réservoir principal et la pompe du frein Hardy sont disposés à l'avant et à l'arrière sous des capots convenablement ventilés.

Les deux moteurs de traction ont chacun une puissance unihoraire de 105 chevaux.

Pour prévenir un échauffement exagéré de bandages par suite du fonctionnement prolongé des freins dans les descentes, et aussi du frottement dans les fortescourbes, on arrose les rails immédiatement en avant des roues : deux réservoirs d'eau, d'une capacité totale de 1 mètre cube, sont prévus à cet effet sur le locomotive, avec les tuyaux et appareils nécessaires.

Locomotives à marchandises.

En 1916, la société Brown, Boveri et Cie a fourni au chemin de fer de la Bernina une **locomotive**

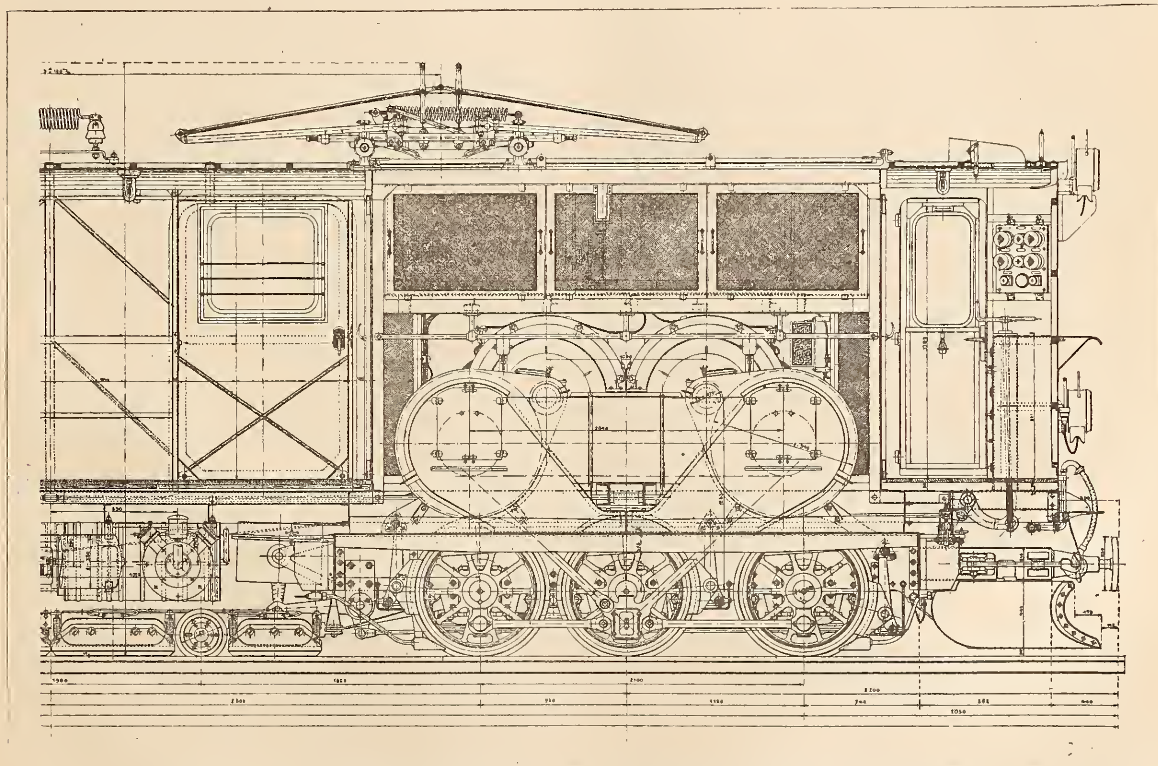


Fig. 1. — Locomotive électrique de la Bernina. — Poids 42 tonnes moteurs courant continu 800 v., commande par bielles en triangle.

pour trains de marchandises, destinée exceptionnellement à assurer le service des trains lourds de voyageurs et à contribuer au déblayage de la voie par les chasse-neige (fig. 1).

Elle doit être capable de remorquer, à la vitesse de 18 kilomètres par heure, un train de 100 tonnes en rampe de 70 millimètres par mètre, et il faut qu'elle puisse assurer ce trafic pendant toute la journée sur le trajet Saint-Moritz-Tirano, lê temps d'arret aux gares extrêmes étant de 30 minutes, sans que l'échauffement d'aucune partie de la locomotive ou des moteurs devienne exagéré.

Elle est portée par deux bogies à trois essieux : l'essieu extrême de chaque bogies est moteur. Les deux moteurs de chaque bogie sont reliés entre eux par des tôles épaisses, boulonnées de manière à donner un ensemble très résistant, comme le montre la figure 8. Les bras qui supportent les arbres des renvois d'engrenages sont venus de fonte avec les stators des moteurs. Chaque moteur, d'une puissance unihoraire de 200 chevaux, transmet son effort à un arbre intermédiaire, par l'intermédiaire d'une réduction d'engrenages de 910/220. Aux deux extrémités de l'arbre se trouvent les moyeux des roues dentées qui sont reliés à leurs jantes par des ressorts. De cette manière, il est possible d'obtenir une répartition égale du eeuple du moteur entre les deux côtés de la locomotive et d'amortir les chocs dus aux inégalités de la voie.

L'effort est transmis de l'arbre intermédiaire aux roues motrices par un triangle de bielles à coulisse, semblable à celui des locomotives du Simplon et des chemins de fer Rhétiques. Les deux essieux extérieurs du bogie sont reliés au sommet inférieur du triangle par une bielle courte.

Les deux bogies sont interchangeables. Leurs pivots sont disposés immédiatement au-dessus de l'essieu médian, entre les deux moteurs. Les distances des deux essieux extérieurs au pivot de chaque bogie étant différentes, tandis que les poids reposant directement sur les essieux des bogies sont répartis symétriquement par rapport à l'essieu médian, il est nécessaire de prévoir un second point d'appui de la caisse sur le bogie pour obtenir une répartition égale du poids total sur tous les essieux.

Des mesures spéciales ont dû être prises pour empêcher la neige de pénétrer à l'intérieur de la locomotive.

Les quatre systèmes de freins prévus sur les automotrices de la ligne ont été appliqués également sur la nouvelle locomotive à marchandises.

Les sabots du frein électromagnétique sur rails sont portés par un wagonnet spécial entre les deux bogies. Il n'était pas, en effet, possible de disposer les sabots entre les roues motrices ou à côté, l'espace étant trop limité et les déplacements des bogies dans les courbes trop importants. Le wagonnet en question a deux essieux dont les roues ont 280 millimètres de diamètre : elles font 947 tours par minute à la vitesse maximum de 50 kilomètres par heure. Chaque roue est folle sur son axe et supportée par des paliers à billes. Le châssis de la remorque est très léger et chaque sabot est supporté élastiquement ; il n'est donc pas nécessaire de prévoir un intermédiaire élastique entre l'essieu et le châssis. D'ailleurs le châssis est supporté par les essieux en trois points pour que les roues puissent suivre facilement toutes les inégalités de la voie. Cette méthode de suspension des sabots de frein sur un véhicule séparé, dont l'application présente est sans doute la première qui soit réalisée, a donné jusqu'ici pleine satisfaction.

Le courant est capté à la ligne aérienne par deux pantographes qui l'amènent au moteur par l'intermédiaire d'une bobine de self, de l'interrupteur principal, du manipulateur et des résistances. Chaque pantographe est lui-même pourvu de deux frotteurs, ce qui permet de capter un courant de 1000 ampères. En avant de la bobine de self, on a inséré un parafoudre à cornes avec soufflage magnétique.

Les résistances de démarrage et de freinage, constituées par des rubans de rhéotan ondulés, contenus dans des cadres supportés eux-mêmes par des isolateurs en porcelaine, sont refroidies par deux ventilateurs électriques spéciaux.

Chaque bogie porte sur l'essieu central une bague qui guide le courant du moteur directement aux jantes des roues. On empêche ainsi le courant de passer par les paliers et les tourillons et on évite les détériorations des paliers qui en résulteraient.

Les caractéristiques principales de la locomotive sont les suivantes :

Empattement rigide........	2,100 m.
— total..............	9,800 m.
Longueur hors tampons......	13,900 m.
Largeur....................	2,470 m.
Hauteur....................	3,840 m.

Poids total (avec les chasse-neige) 42, 6 tonnes.

C'èst la locomotive par voie étroite qui développe la plus grande puissance par unité de poids, savoir 18,7 chevaux par tonne de poids. Elle rend de précieux services à la Compagnie de la Bernina ; elle est capable de démarrer un train de 55 tonnes dans la rampe de 70 millimètres par mètre, tandis qu'auparavant deux automotrices réunies remorquaient difficilement un train de 30 tonnes.

L. Pahin.

Calcul pratique d'une installation en courant triphasé

D'une station centrale nous voulons alimenter à une distance de 10 kilomètres et avec une puissance de 50 kilowatts une installation d'éclairage avec décalage de phase (cos $\varphi = 1$); et à une distance de 3 kilomètres plus loin fournir encore 300 kilowatts à des moteurs asynchrones triphasés (cos $\varphi = 0{,}8$). Au point de départ nous plaçons les transformateurs qui permettent de transformer la haute tension de la ligne à la basse tension de départ, c'est-à-dire une tension de $V_s = 120$ volts pour l'installation d'éclairage et une tension de $V_m =$ $= 500$ volts pour les moteurs.

La tension primitive du transformateur final doit être $V_t = 4000$ volts plus les pertes dans le transformateur même. Cette tension est produite dans la station centrale directement par une génératrice triphasée, ayant une frequence $f = 50$ périodes par seconde.

Dans notre calcul primitif nous prenons approximativement les sections de fils adoptés : pour la ligne de 10 kilomètres nous prenons 3 fils de 50 m/m², et pour l'autre 3 fils de 35 m/m².

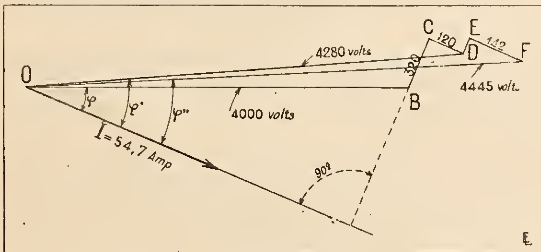


Fig. 1.

Traçons à une échelle arbitraire (fig. 1) la tension primitive du transformateur $V_t = 4000$ volts; une droite faisant avec celle-ci l'angle φ (cos $\varphi = 0{,}8$) nous donne la direction du courant (I) ; à l'extrémité (B) de la tension primitive (OB) nous portons sur (CB) perpendiculaire à (I) la perte de self-induction du transformateur, c'est-à-dire 8 % de 4000 volts où 320 volts ; à l'extrémité C de (CB) nous portons la perte ohmique du transformateur, soit 3 % de 4000 volts = 120 volts sur une droite de (CD) parallèle à (I).

La tension résultante sera représentée par la droite fermant le polygone, c'est-à-dire en joignant l'extrémité de (CD) avec le commencement de la tension primitive nous obtenons à l'échelle E = = 4280 *volts*. Ajoutons les pertes dans les conducteurs en adoptant comme rendement du transformateur $N = 0{,}96$ et décalage de phase $\cos' = 0{,}77$ nous obtiendrons la valeur du courant nécessaire pour produire $W = 300$ kilowatts d'où on a : $W =$ $= N\,E\,I \cos \varphi^2 \sqrt{3}$, d'où on tire *I*.

$$I = \frac{300.000}{0.96 \times 4280 \times 0{,}77.1{,}7321} = 54{,}7 \text{ ampères}$$

Nous avons prévu trois conducteurs de 35 m/m² de section, et d'une longueur de 3 kilomètres, d'où, d'après le tableau des résistances, on a :

$R = 3$ (km.) $\times 0{,}5$ (ohms) $= 1{,}5$ ohms

Calculons la perte :

$$E_r = I\,R\sqrt{3} = 54{,}7 \times 1.5 \times 1.732 = 142 \text{ volts.}$$

Les conducteurs sont placés à une distance de 50 centimètres l'un de l'autre et en se donnant le coefficient de self-induction mutuelle $K = 0{,}00573$ nous obtenons pour la perte de tension :

$$E_s = I\sqrt{3}\,(Kld) = 54{,}7 \times 1.732 \times 0{,}00573 \times 50 \times 3$$

$$E_s = 82 \textit{ volts.}$$

Revenons au diagramme du polygone et à l'extrémité de la résultante $E = 4280$ v. portons les valeurs obtenues, c'est-à dire $E_s = 82$ v. (1) perpendiculaire à la direction du courant (I) et ensuite $E_r = 142$ v. parallèle à cette direction; on obtient ainsi tracé un côté, en fermant le polygone correspondant à 4445 *volts* avec une phase φ''.

La perte totale nous donne la formule suivante :

$$W_t = 3\,I^2\,R = 3.54{,}7^2 \times 1{,}5 = 13.464 \text{ watts,}$$

d'où l'on prend

$$W_t = 13{,}5 \text{ kilowatts.}$$

Dans le transformateur pour l'éclairage nous comptons aussi 8 % pour les pertes dues à la self-induction et 3 % pour les pertes ohmiques par rapport à une tension du transformateur, que nous ne connaissons pas encore

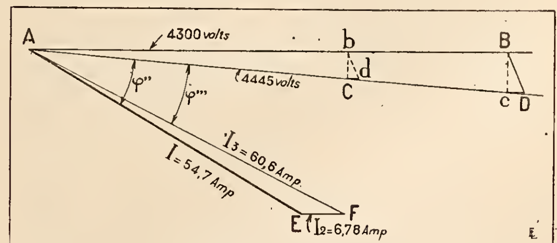


Fig. 2.

(1) La valeur ED que l'échelle réduite de la fig. 1 n'a pas permis de porter, est de 82 volts.

Un diagramme établi de la façon suivante va nous donner les caractéristiques, par les valeurs d'un transformateur pour éclairage (fig. 2).

Nous traçons à l'échelle une horizontale A*b* = 100 et une verticale B*c* = 8, cela fait 8 % pour les pertes par self-induction dans le transformateur, ensuite l'horizontale *cd* = 3, cela fait 3 % pour pertes ohmiques dans le transformateur et finalement nous déduisons ces pertes à l'échelle de la tension ; A D = 4445 *volts*, c'est la tension déjà connue précédemment.

Traçons (BD) parallèle à (*db*), nous obtenons A B = 4300 *volts* comme la tension cherchée du transformateur. Nous considérons la perte totale (DB) composée de la perte ohmique (CD) et de la perte de self-induction (BC). Le rapport de transformation du transformateur pour l'éclairage sera donc

$$M = \frac{4300 \text{ v}}{120 \text{ v}}$$

Ensuite nous traçons AE = I = 54,7 ampères déjà connue avec l'angle DAE = φ', nous adoptons ainsi N = 0.96 pour le rendement du transformateur pour l'éclairage; nous trouverons donc facilement la valeur du courant primitif nécessaire pour une distribution W_1 = 50 kw., du courant

$$I_2 = \frac{50.000}{0.96 \times 4445.\sqrt{3}} = 6,78 \text{ ampères.}$$

secondaire d'après la formule

Portons cette valeur du courant à l'extrémité de (E) sur une droite parallèle à la tension (AB = 4300 v.), car l'éclairage ne produit aucun décalage de phase.

Le côté fermant le triangle des courants I_3 = AF = 60,6 ampères, représente le courant total (mesuré à l'échelle primitive) et φ''' est le décalage de phase correspondant.

Nous avons adopté comme section du conducteur d'éclairage de longueur 10 km. s = 50 m/m² ; d'après le tableau usuel de résistance en pratique pour 1 kilomètre du conducteur on trouve R = 0,35 Ω pour 10 kilomètres R = 3,5 Ω et la perte ohmique est donc :

$$I_3 R \sqrt{3} = 60,6 \text{ (A)} \times 3,5 \times \sqrt{3} = 366 \text{ volts.}$$

Si les conducteurs sont disposés comme précédemment à une distance de 50 centimètres, nous obtenons d'après le tableau la valeur de K = 0,00551 et la perte de tension due à la self-induction mutuelle sera :

$$E_m = I_3 \sqrt{3}(Kdl) = 60,6 \times 1,432 \times 0,00551 \times 50 \times 10$$

d'où E_m = 294 volts.

Revenons au diagramme précédent, traçons la tension de E = 4445 *volts* et le courant (I_3) avec un angle de décalage φ''' (fig. 3).

De l'extrémité (B) de la tension E = 4445 *volts*

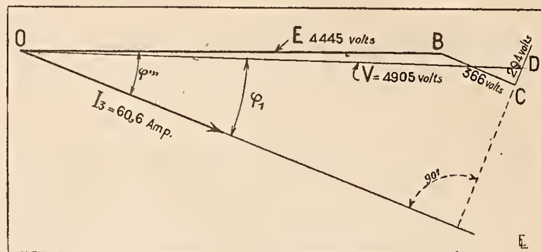


Fig. 3.

traçons la perte ohmique (366 volts) parallèle à (I_3), ensuite la perte par self-induction mutuelle 294 volts perpendiculaire à la direction de ce courant (I_3) et le côté fermant le polygone nous détermine la tension au commencement de la ligne à la station centrale. En mesurant à l'échelle on trouve V = 4905 *volts* et le décalage de phase φ_1 par rapport au courant I_3, dont la valeur était déterminée ci-dessus (I_3 = 60,6 A).

La perte dans ces conducteurs sera :

$$W = 3 I^2_3 = 3 \times 60,6^2 \times 3,5 = 38.560 \text{ watts.}$$

finalement W = 38, 6 kilowatts.

S. Turcus,
Ingénieur.

CHRONIQUE. — INFORMATIONS

EFFET PRODUIT PAR L'ÉLECTRICITÉ DE LA PLUIE SUR UN FIL ISOLÉ

Dans une note de M. Baldit, présentée par M. Violle, à l'Académie des Sciences, l'auteur a mesuré l'électricité des précipitations, et remarqué que des charges considérables d'électricité sont attachées aux gouttes de pluie (plus de 110 U. E. S. par centimètre cube).

Pour contrôler si ces charges n'étaient pas capables de produire des perturbations sensibles sur les lignes aériennes, il a fait une série d'expériences sur la façon dont se comporte un fil isolé soumis à la pluie, à la neige, etc.

Un fil de cuivre de 100 mètres de longueur tendu horizontalement à 8 mètres du sol, isolé à ses deux extrémités, a été relié à un électroscope à double graduation permettant de mesurer des différences de potentiel jusqu'à 900 volts.

La valeur des charges électriques était déterminée par un électromètre à cadran.

Une prise de potentiel permettant de connaître la valeur électrique du champ terrestre pouvait

être reliée aux électroscopes à l'aide d'une clef spéciale mettant momentanément le fil hors circuit.

Environ un millier d'observations ont été faites. La charge électrique prise par le fil isolé a été tantôt de même signe que celle de la pluie (1/3 des cas) tantôt de signe contraire (2/3 des cas).

Pour des pluies d'orage produisant des courants de l'ordre de 10^{-13} ampères par centimètre carré, le potentiel du fil dépasse fréquemment 1.000 volts, et il n'est pas rare d'obtenir des étincelles de 2 à 3 millimètres entre l'extrémité du fil et une plaque mise à la terre.

Mais, en mesurant à divers intervalles le *champ électrique terrestre*, l'auteur a constaté, la plupart du temps, que le signe du champ était le même que celui de la charge du fil, sa valeur étant voisine de celle que l'on peut déduire du potentiel du fil.

L'auteur conclut qu'un fil isolé se comporte comme un *égaliseur de potentiel*, et que les perturbations constatées sur les lignes pendant les pluies d'orage proviennent plutôt du *champ électrique terrestre* que des charges électriques apportées au fil par la pluie ou la neige.

F. M. G.

INFLUENCE DE LA DISPOSITION DES CONDUCTEURS SUR LE RENDEMENT D'UN FOUR ÉLECTRIQUE.

Le rendement d'un four électrique est d'autant plus élevé que le facteur de puissance est plus grand et l'énergie absorbée dans le four plus considérable. L'effet de l'inductance est particulièrement sensible dans un circuit à 60 périodes, à tel point qu'on conseille l'emploi du courant à 25 périodes pour les fours très puissants. Mais la longueur et l'arrangement des conducteurs qui aboutissent aux électrodes ont aussi une influence, comme le prouve l'exemple suivant emprunté au rapport

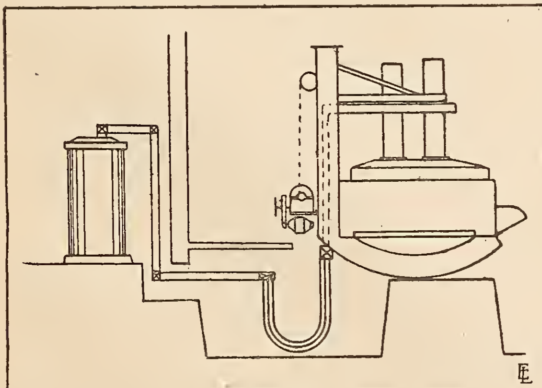


Fig. 1.

de la commission des « Fours Electriques » de l'A. I. et S. E. E.

Le four considéré est alimenté par l'intermédiaire d'un transformateur de 3.000 K. V. A. Dans le premier montage employé (fig. 1), la puissance absorbée ne pouvait dépasser 1.500 kilowatts par suite de l'échauffement des conducteurs, en outre le facteur de puissance restait très bas.

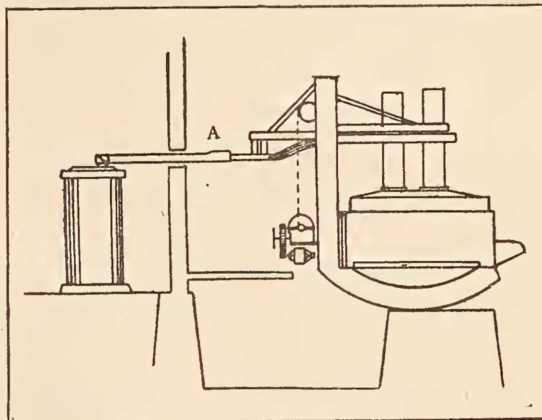


Fig. 2.

On décida de modifier la canalisation électrique et on réduisit notablement la longueur des conducteurs (fig. 2) ; en particulier, la portion de câble flexible nécessaire à l'inclinaison du four et à sa manœuvre fut supprimée et remplacée par un disjoncteur A d'un modèle spécial.

De la sorte, l'énergie utilisée s'accrut jusqu'à 2.500 kilowatts, le facteur de puissance et le rendement furent tous deux très nettement améliorés.

M. J. R. (*Electrical Review*).

OBSERVATION DES COURANTS TELLURIQUES A L'AIDE DE CONDUCTEURS SOUTERRAINS DE PETITES DIMENSIONS.

M. Branly transmet à ce sujet une note de M. Dechevreus relatant des expériences faites à Jersey : Des conducteurs mis, en plein sol, sous le siège de courants électriques que l'on doit assimiler aux courants *telluriques*, observés jusqu'ici seulement dans les longues lignes télégraphiques aériennes ou maritimes ; mais à Jersey ils se distinguent nettement de ces derniers en ce que la double oscillation diurne qu'ils présentent n'est pas fixe, mais mobile à l'instar de la marée océanique.

Un tube de plomb de 6 m/m de diamètre extérieur a été enterré sur une longueur de 13 mètres, ainsi que des plaques de cuivre et l'ensemble de ces deux électrodes est relié par des fils de cuivre à un galvanomètre sensible. Un autre circuit analogue est orienté différemment. Enfin un troisième circuit très long utilise les tuyaux de fer du gaz et de l'eau.

Comme voltage général, les trois circuits sont à peu près équivalents, (0 volt 11 à 0 volt 16).

(*Académie des Sciences.*)

Electricité et Radioactivité.

Les phénomènes de *radioactivité* sont de même nature que certains phénomènes électriques et sont expliqués maintenant par des théories scientifiques analogues.

Des hasards d'expérimentation ont révélé le courant galvanique (expérience de la grenouille), — d'autres hasards de manipulations ont montré à Becquerel la radioactivité : Becquerel ayant fait d'assez nombreuses expériences sur la *phosphorescence* et sur la *fluorescence*, avait remarqué des propriétés singulières chez certains sels d'urane. Il avait été amené à soupçonner que ces sels d'urane, sous l'action de la lumière, pouvaient émettre des radiations de grande longueur d'onde qui auraient pu traverser des corps opaques à la lumière ordinaire.

Pour vérifier cette hypothèse il avait préparé le dispositif suivant : une plaque photographique avait été enveloppée dans un papier opaque (noir) ; au-dessus, un sel fluorescent d'urane était placé et le tout devait être longuement exposé à la lumière solaire.

Pour un motif quelconque, l'insolation n'ayant pu être faite, il prit fantaisie au savant de vérifier la sensibilité des plaques employées ; et, dans le cabinet noir, il mit la plaque dans du révélateur, s'attendant à la voir rester blanche (bonne plaque) ou à voiler (plaque trop ancienne).

Il fut, paraît-il, fort surpris de constater que la plaque avait reçu comme une impression lumineuse sous les échantillons des sels d'urane.

Il avait un *cliché* sans que le dispositif eût été porté à la lumière du jour ; les sels d'urane avaient agi sur la plaque comme s'ils engendraient spontanément un rayonnement actif, mais pourtant invisible à l'œil.

Ces expériences répétées par divers chercheurs donnèrent les mêmes résultats et il fallut admettre une propriété nouvelle de certaines matières : la *radioactivité*.

Des minerais d'urane (la petchblende) ayant montré une activité très grande, ils furent soumis à divers traitements chimiques : dissolutions et recristallisations fractionnées et l'on arriva à isoler des sels ayant une activité considérable (radium) qui permirent de mettre en évidence de nouveaux phénomènes en rapport étroit avec l'électricité.

Ce furent les grands travaux et les belles découvertes de M. et de Mme Curie.

On constata vite que les substances *radioactives déchargeaient les corps électrisés*, et c'est cette propriété, qui constitue en quelque sorte leur *réactif*, qui est encore la plus vulgairement connue.

Cette propriété étant bien démontrée, des recherches ont été entreprises dans divers sens : on a reconnu de nouveaux corps radioactifs : le polonium, l'actinium, le thorium, etc., etc., et à l'heure actuelle la science admet que tous les corps paraissent être plus ou moins radioactifs ou qu'ils peuvent présenter cette propriété dans certaines circonstances, sous l'action de divers excitants.

La dissociation de la matière.

Les travaux de Gustave Lebon ont mis en évidence la radioactivité universelle, qui serait due à la dissociation de la matière.

En tout cas, ce sont les travaux sur la radioactivité et sur la dissociation de la matière qui ont conduit à l'étude des nouvelles théories sur l'électricité : l'*ionisation* ; les *électrons*, les *atomes électriques*, etc.

Dans les mêmes temps (1896), la découverte des Rayons X par Roentgen faisant suite aux travaux de Crookes et de Lénard obligeait également les savants à essayer de rattacher ces phénomènes aux théories anciennes sur l'électricité ou à chercher des explications nouvelles, qui puissent s'accorder aussi avec les expériences de Hertz.

Il fallut alors admettre un « *éther* » et l'existence de divers états intermédiaires entre la « *matière* » et l'impondérable.

La chimie *maintenait* comme principes fondamentaux « Rien ne se perd, rien ne se crée », « la matière est entièrement distincte de l'énergie et ne peut par elle-même créer de l'énergie. »

Ce n'est plus aujourd'hui, pour tous, des vérités indiscutables ; et certains savants admettent que les produits de dématérialisation de la matière, c'est-à-dire les *émissions* produites pendant sa dissociation, sont constituées par des substances dont les caractères sont intermédiaires entre ceux de l'éther et ceux de la matière.

Pour les rayons cathodiques comme pour les émissions des corps radioactifs, on a cru longtemps que les particules émises étaient des *atomes* électrisés, mais pourtant toujours constitués par de la matière.

Il est exact que, très souvent, il y a transport de matière : on reconnaît à l'œil, ou au spectroscope,

le métal des électrodes par la couleur de l'étincelle électrique qui jaillit entre elles ; de même dans l'ampoule de *Crookes* le métal de la cathode peut être *vaporisé* et projeté sur la paroi de verre en quantité suffisante pour la *métalliser* (ce phénomène se produirait même toujours si la *cathode* était formée de platine, au lieu d'être en aluminium).

Mais il n'y a pas toujours transport de matière et d'ailleurs les émissions existent encore après des filtres qui auraient arrêté toute matière (Lénard a fait traverser des rayons cathodiques aux travers de plaquettes d'aluminium); les rayons du radium traversent de grandes épaisseurs de verre ou de métaux.

F. GIBON.

MOTEUR D'INDUCTION DE 50 HP REBOBINÉ EN MOTEUR DE 15 HP

Il s'agissait de transformer le plus rapidement possible un moteur triphasé de 50 HP, 220 volts, — 60 volts, 580 t/m à rotor bobiné en moteur triphasé de 15 HP — 220 volts — 60 volts, 580 t/m destiné à fournir un service intermittent et devant être accouplé directement. Des recherches furent effectuées pour obtenir ce résultat tout en conservant les enroulements existants afin qu'éventuellement le moteur puisse fournir sa puissance primitive.

L'enroulement statorique était constitué par six enroulements en parallèle-étoile comprenant 36 groupes de trois bobines, soit en tout 108 bobines et l'enroulement rotorique était monté en étoile-série; il s'agissait donc de modifier les connexions pour que sous une tension de 220 volts, la puissance du moteur soit diminuée de 70 0/0 ou en d'autres termes que les enroulements demandent à être alimentés sous une tension de 220 $\times$ 1,7 = 374 volts.

Les enroulements statoriques existants montés en étoile-série nécessitaient une tension de 6 $\times$ 220 = 1.320 volts ; montés en série-triangle, la tension devait être de :

$$\frac{1.320}{\sqrt{3}} = 762 \text{ volts.}$$

Le quotient 3,52 obtenu en divisant 1.320 par 374 éliminait le montage en étoile comme impossible à réaliser ainsi que le montage en 3 enroulements en étoile parallèle qui nécessitait une tension de 440 volts.

Restait le montage en triangle. Dans ce montage, le quotient de 762 par 374 était approximativement égal à 2, il en résultait que deux enroulements en parallèle triangle nécessitaient seulement une tension de 381 volts. Ce résultat fut considéré comme suffisant pour un moteur destiné à un travail intermittent et avec ce montage, qui rendait inutile la modification des enroulements rotoriques, le moteur développait une puissance de 15 HP sous 220 volts — 52 ampères à 580 t/m.

M. MARRE.

(D'après *The Electrical Review.*)

Notre Enquête sur l'Enseignement technique

DE L'ÉLECTRICITÉ INDUSTRIELLE

Nous avons reçu encore de nombreuses lettres à ce sujet. Nous publions ci-dessous les extraits les plus caractéristiques de quelques-unes de ces communications :

Monsieur le Directeur de l'*Electricien*,

Comme bon nombre de lecteurs, j'ai fort goûté les diverses questions qui documentent votre enquête sur l'électricité industrielle.

En effet, un vigoureux et long labeur est indispensable au développement de l'enseignement pratique ; aussi, j'ai la conviction que votre nouvelle rubrique : « l'Enseignement pratique de l'électricité industrielle », portera ses fruits et sera appréciée par les lecteurs de votre journal qui de ce fait ne fera qu'accroître.

« L'enseignement pratique et théorique à la portée de toute la jeunesse française. » Voilà un problème ardu et l'*Electricien* s'honore en poursuivant dans chacun de ses numéros les moyens de parvenir à résoudre cette solution.

Simple électricien, je me permets de soumettre au jugement de plus hautes compétences un des moyens tendant à la réalisation d'un projet qui n'est point une utopie quand on songe à la création sans cesse croissante d'écoles promettant d'enseigner pratiquement l'électricité industrielle et qui en réalité ne font qu'expliquer méthodiquement la manière d'exécuter convenablement les travaux électriques.

J'espère que le bref exposé qui va suivre sera compris par qui de droit et je serai heureux si j'ai pu apporter une amélioration quelconque à l'apprentissage des électriciens de toutes spécialités.

C'est, en effet, à l'apprentissage qu'il faut s'attaquer, car c'est toute la base de cette branche qui prend une extension si formidable et qui est appelée, avec la mécanique, à créer une nouvelle ère d'ici quelques années.

Les parents, désireux de voir leur enfant aborder l'électricité, hésitent et se demandent s'ils doivent envoyer leur fils à l'école ou à le confier à un entrepreneur. A l'école, pensent les parents avec raison, notre fils ne pourra faire que des études d'ordre théorique et nous coûtera de l'argent, alors que chez un entrepreneur, l'apprenti sera tenu deux ans au moins à faire le saute-ruisseau, l'arpette sans qu'il profite beaucoup de l'exemple d'ouvriers, qui, à part quelquefois le contremaître, ont débuté comme lui.

Actuellement d'autres cas se présentent, exemple le mien.

Je suis démobilisé depuis deux mois, et après cinq années de guerre je me trouve sur les divers chantiers d'une maison de Paris.

— Obligé de travailler, je ne puis évidemment que suivre des cours par correspondance et assister aux cours du soir. J'ai la conviction qu'à force de bonne volonté et de labeur je verrai mes efforts porter leurs fruits.

A l'école et dans mes cours j'apprends à lire des formules, à faire des schémas, notions d'arithmétique, — géométrie, — algèbre, — mathématique. Dans mon travail je suis condamné à aligner toute la journée de la moulure et des fils, ayant pour tout calcul à m'occuper de la différente section des câbles ou conducteurs de toute nature suivant l'alimentation des appareils auxquels ils sont destinés; aussi, j'en ai assez et je voudrais bien faire autre chose que de la lumière, de la force, par exemple, ou du téléphone, et quand et comment pourrais-je étudier davantage les accumulateurs, les transformateurs, dynamos et moteurs de tout genre, etc. ?

Eh bien ! j'hésite à changer de travail parce qu'au jour où je demanderai à mon patron de faire autre chose que de l'éclairage, celui-ci me dira que, ne m'y connaissant pas suffisamment, il se voit dans l'obligation de réduire temporairement mes appointements, et dame il n'aurait pas tort, puisqu'ainsi il défendrait ses intérêts.

Comment sortir de ce cruel dilemme ? Si j'avais assez d'argent je n'hésiterais pas à aller de suite vers une école possédant des terrains d'expériences et de travaux pratiques. Là, je pourrais occuper mon esprit à loisir, et je serais l'homme le plus heureux du monde chaque fois que je me sentirais pourvu de nouvelles connaissances techniques — et cela sans ambition, mais par goût, car j'aime mon métier.

***

Dans cet ordre d'idées je crois avoir résolu théoriquement cet ardu problème dont la mise à exécution est du ressort, soit du gouvernement, soit de grands constructeurs, avec le concours de professeurs ou de grandes écoles.

Actuellement le jeune homme qui entreprend une des branches de l'électricité (la plus facile pour commencer) ne peut qu'au prix de nombreux sacrifices se perfectionner et envisager une situation d'avenir.

Les hautes études n'étant abordables qu'aux gens aisés, il se trouve que des ouvriers pauvres, mais intelligents et pleins de bonne volonté, sont astreints à travailler toute leur vie dans une seule partie de notre branche.

C'est certainement là que se trouve la plus grande masse des ouvriers électriciens.

On voit, d'autre part, quelques élèves sans grandes qualités spéciales se lancer dans les entreprises électriques, ce qui prouve bien que c'est plutôt par intérêt matériel que pour satisfaire au goût de l'étude ou à l'ambition de devenir savant !

Si l'on veut que la France ne soit plus tributaire de l'étranger, il faut qu'impartialement on laisse, aussi bien aux pauvres qu'aux riches, libre accès aux bancs des collèges et écoles professionnelles. Il faut que seule la valeur morale, l'intelligence, l'initiative, la bonne volonté des élèves soient les gages offrant les plus grandes garanties de succès de la reconstitution technique et ouvrière de la France.

A Paris et dans les grands centres importants, la question serait très facilement résolue.

Concevons un instant que le Directeur d'une grande école pratique ait à Paris en plus des salles de cours des locaux assez importants pour reléguer un matériel suffisant d'entreprises électriques de *toute* nature. Lumière, chauffage, force, téléphone et télégraphe, traction, T. S. F., dynamos, accumulateurs, transformateurs, applications à l'automobile, etc.

Il serait nécessaire, avant tout, de former avec les élèves diplômés de l'école un noyau d'ingénieurs, sous-ingénieurs, conducteurs, dessinateurs, lesquels auront sous leurs direction : les contremaîtres, chefs de chantiers ou d'atelier, qui, eux, feraient la première instruction de l'élève-ouvrier, et non pas apprenti, car ces derniers travailleraient méthodiquement, mettraient journellement en pratique ce qu'ils auraient appris dans un cours du soir ou par correspondance. Ces élèves, surveillés intimement dans leurs travaux intellectuels et manuels, ne manqueraient pas de devenir rapidement des ouvriers d'élite, de ceux dont précisément l'on manque.

***

Il est bien entendu qu'une école pratique de ce genre aurait un règlement assez sévère et que l'école ne serait abordable que par engagement.

Les élèves-ouvriers seraient payés proportionnellement au nombre d'heures de *travail manuel* journalier et l'école compenserait les frais avec les bénéfices réalisés sur les diverses entreprises. On conçoit facilement que seuls des ouvriers remplis de bonnes intentions fréquenteront une école vraiment pratique où ils gagneront leur vie, compléteront leurs connaissances techniques en travaillant intelligemment et par les différents cours qu'ils seront astreints à suivre. Ils pourraient, après un laps de temps déterminé, sur leur demande, avec avis du contremaître et assentiment des professeurs, changer de partie, en subissant un examen. Ce changement n'occasionnant aucun frais aux intéressés ils s'évertueraient à bien faire en se voyant titulaires de certificats et diplômes qui ne feraient que les encourager.

Un élève-ouvrier serait contraint de prendre des cours par correspondance indiqués par la direction ; toutefois ces cours seraient en rapport avec son travail manuel et suivant son gain.

On s'efforcerait de ne pas laisser l'élève par trop longtemps dans la même partie et on l'orientera le plus vite possible vers la spécialité qu'il aura choisie tout en lui faisant suivre l'ensemble des études en général.

Il est de toute évidence qu'une école semblable aura de nombreux clients qui seront trop heureux de trouver des ouvriers qui feront un travail fini, offrant toute garantie et sécurité, exécuté dans les règles de l'art ; tous les amis de la science et du progrès seront partisans de cet état de choses.

Un électricien,
Robert Germain.

***

Communication du Directeur de l'Institut polytechnique de l'Université de Grenoble :

Au moment où tout le monde s'inquiète de la pénurie et du peu de développement de nos Laboratoires industriels,

il n'est pas sans intérêt de signaler la création du Laboratoire des Essais Mécaniques et Métallurgiques de l'Institut polytechnique de Grenoble.

On a beaucoup parlé depuis la guerre de la nécessité qu'il y avait pour nous de réaliser une collaboration de plus en plus intime de la Science et de l'Industrie, si nous ne voulions pas rester en arrière par rapport aux autres peuples chez lesquels cette collaboration a donné de si merveilleux résultats. Mais si l'on a beaucoup parlé, on a encore bien peu agi. Il serait pourtant injuste d'adresser ce reproches aux industriels grenoblois qui ont montré dans maintes circonstances combien ils étaient convaincus de cette vérité. La création de ce Laboratoire en est du reste une nouvelle preuve.

Sans attendre les décisions officielles toujours lentes à se produire, ces hommes d'action ont réuni les premiers capitaux indispensables à la mise en route du Laboratoire ; et c'est l'Institut Polytechnique de l'Université qui a assumé la tâche de cette première mise en œuvre.

***

Que sera ce Laboratoire, quel sera son but, et comment espère-t-il l'atteindre?

Son but est unique : rendre à l'industrie, pour laquelle il a été créé, le plus de services possibles.

Quant aux moyens par lesquels nous espérons l'atteindre, ils sont très nombreux. Les uns sont directs et d'autres, quoique indirects, n'en sont peut-être pas moins immédiats.

Parmi les premiers, nous placerons :

1° Un outil aussi développé et perfectionné que possible afin de pouvoir satisfaire à toures les demandes qui pourront nous être adressées.

2° Un personnel ayant des connaissances scientifiques et techniques suffisantes non seulement pour utiliser correctement le matériel mis à sa disposition, mais encore pour faciliter en cas de besoin, par l'application judicieuse des méthodes scientifiques, la mise au point, chez les industriels, de fabrications ou de procédés nouveaux.

3° Nous serions désireux, enfin, que le matériel dont disposera le laboratoire soit assez complet et précis, et les subventions suffisantes pour que les chercheurs puissent s'y livrer à la recherche désintéressée. Cette partie, qui semble plus éloignée du but que nous indiquions au début, est peut-être cependant plus importante que toutes les autres. La France a toujours été considérée comme le pays de la recherche, et le rayonnement que cette renommée a attiré sur elle n'a pas peu contribué à sa gloire. Il ne faudrait pas que, faute de Laboratoires et faute de crédits, notre industrie métallurgique se laisse à ce point de vue complètement distancer par celle des autres pays. On ne peut s'empêcher pourtant de regarder avec envie l'importance attachée actuellement à cette question par les gouvernants et industriels anglais et américains. Leurs institutions de recherches industrielles sont devenues formidables, alors que les nôtres sont presque inexistantes. Nous considérons comme un devoir de ne pas négliger cette partie malgré la faiblesse des moyens dont nous disposons encore.

***

Le programme que nous venons d'exposer peut paraître bien vaste pour une entreprise aussi modeste que la nôtre. Qu'existe-t-il, en effet, actuellement? Un local et les premiers capitaux nécessaires pour le paiement d'un personnel restreint et l'achat de machines fondamentales. Ces machines ne tarderont pas à y être installées. Ce sera un premier pas ; mais il restera encore beaucoup à faire. Il faut, pour qu'une telle entreprise donne ce que l'on doit en attendre, des subventions sinon énormes, du moins fort importantes. C'est pourquoi nous faisons appel à tous ceux qui, reconnaissant l'utilité de l'œuvre due à l'initiative éclairée des industriels grenoblois, voudront s'unir à eux pour en faciliter le développement.

Par des dons sans spécification où, au contraire, avec des attributions spéciales fixées par le donateur : achat de machines ou d'appareils, études particulières à effectuer, bourses pour des stagiaires, subventions à des chercheurs etc..., on peut rendre au Laboratoire les services les plus signalés. Le souvenir de ces services sera du reste conservé par l'apposition de plaques sur les machines, rappelant le nom de leurs donateurs. Les bourses et fondations de toutes sortes conserveront également le nom de leurs fondateurs.

C'est au Directeur de l'Institut polytechnique de l'Université de Grenoble que devront être adressées toutes subventions ou suggestions relatives au Laboratoire.

Nous avons indiqué dans quelle voie nous avions l'intention d'orienter le Laboratoire d'essais mécaniques et métallurgiques de Grenoble. Nous espérons que cet exposé montrera aux généreux donateurs qui ont si largement subventionné cette institution, qu'ils n'ont pas fait œuvre inutile, et qu'il suscitera des donations nouvelles grâce auxquelles elle pourra prendre un développement nouveau digne de notre industrie nationale. L'Institut polytechnique compte actuellement 1240 élèves, parmi lesquels 900 anciens militaires et démobilisés. En outre, 200 élèves de cette catégorie vont rentrer à Pâques 1920

L. Barbillion,
Directeur de l'Institut polytechnique de l'Université de Grenoble.

***

Lettre de M. le Directeur de l'Ecole Bréguet :

Monsieur le Rédacteur en chef,

Je tiens à vous signaler que l'Ecole Bréguet ne saurait rentrer dans la catégorie des Etablissements au sujet desquels vous avez émis des critiques très vives et souvent justifiées. Le Comité directeur technique de l'Ecole dont vous faites partie et dont par suite vous connaissez les tendances a décidé, parmi de graves réformes, la création d'importants laboratoires et l'« industrialisation » si je puis dire, de l'Enseignement dans ses cours normaux sous une forme qu'il serait trop long de développer ici, mais qui rentre, nous le savons, dans votre manière de voir.

Pour remettre toutes choses au point, vous m'obligeriez en publiant ces quelques observations dans un prochain numéro.

Ch. Schneider,
Directeur de l'Ecole.

Je suis heureux de saisir cette occasion pour donner acte à l'Ecole Bréguet de ses réserves, et des décisions qu'elle a prises d'accord avec moi.

M. S.

++

L'ÉLECTRICIEN met ses colonnes à la disposition des Sociétés ou Syndicats d'ingénieurs ou de contremaîtres ; nous insérerons toutes les communications qui nous seront adressées par ces associations.

Inventions. — Appareils et procédés nouveaux

++++++++++++++++++

RELAIS POUR ÉCLAIRAGE DES AUTOMOBILES

Relais spécial. — Ce relais est destiné à établir un circuit ou à rompre le court-circuit d'une résistance, en fin de course de son armature.

Il est spécialement destiné aux régulateurs de dynamos d'éclairage des voitures automobiles. (Fig. 1.)

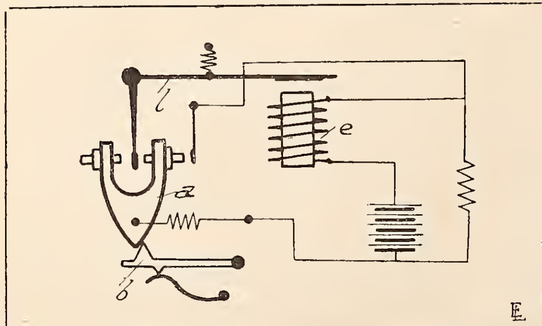


Fig. 1. — Relais spécial pour l'éclairage des automobiles.

L'appareil comporte en principe un électro-aimant *e* capable d'attirer une armature *l*, qui possède un levier de commande à angle droit ; un basculeur porte-contact *a* est combiné avec un système élastique *b* qui le maintient dans les positions extrêmes.

La tige du levier de command est placée entre les deux extrémités du basculeur *a*.

Le dispositif représenté par la figure ne permet l'arrêt que dans une position extrême.

A l'aide de deux électro-aimants, il est possible d'établir l'appareil pour deux arrêts.

(Brev. Fr. 494.134.)

FOURS ÉLECTRIQUES. — CONVERTISSEURS

Un convertisseur porte sur la face supérieure (fig. 2. un ou plusieurs trous T dans lesquels, lorsqu'il a pris sa position horizontale, on introduit des électrodes E. Ces électrodes sont protégées par des manchons métalliques M qui servent en outre à boucher les ouvertures ; on peut en outre pourvoir le circuit d'un pôle à la terre.

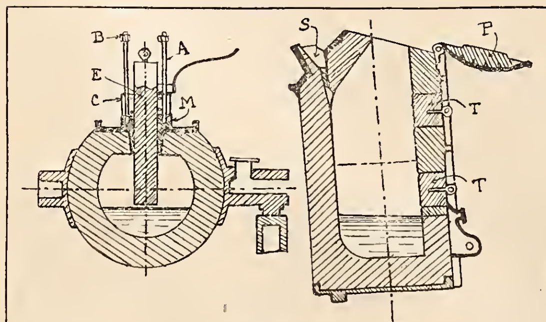


Fig. 2. — Fours à électrodes mobiles

Le chauffage est obtenu soit entièrement par un arc, soit partiellement par la résistance de la charge.

Les manchons sont refroidis au moyen d'une circulation d'air ou d'eau ; quand le revêtement est basique, les électrodes sont isolées des manchons par des fourreaux.

Les électrodes sont suspendues et peuvent, au moyen d'un treuil, être transportées à un autre four ou à des réchauffeurs ou conservateurs de chaleur consistant en des cylindres de fer entourés d'une enveloppe de briques réfractaires. Les manchons sont munis de tiges A glissant au travers des crampons conducteurs C et terminées par des écrous B. Les charbons peuvent en outre être protégés par de la tôle ou par une composition d'amiante et d'asbeste maintenue par une grille.

Lorsque les ouvertures sont bouchées et le convertisseur clos par la porte P, le vide peut être produit au moyen d'une chambre à air pour débarrasser le four des gaz dissous. Une ouverture est ménagée en S.

La température peut être élevée en outre par l'introduction d'huiles lourdes ou de gaz dans les tuyères.

Dans une aciérie, deux électro-convertisseurs peuvent être employés, l'un muni d'un revêtement basique, l'autre d'un revêtement acide. Les déchets de fer et les scories sont fondues dans ce dernier avec une addition de carbone ou de silice, si cela est nécessaire ; après ventilation, ce métal est transporté dans l'autre convertisseur. Là, dans un fort courant d'air, il est soumis à l'action de la chaux, lavé, traité par le vide, chauffé électriquement, puis lavé une dernière fois.

C. M. (Br. Angl. nº 8.761.)

PYROMÈTRES THERMO-ELECTRIQUES

Ce modèle de pyromètre (fig. 3) compose un couple thermo-électrique dans lequel l'un des éléments 5 est situé à l'intérieur de l'autre élément 1 ; une sorte de boîte est

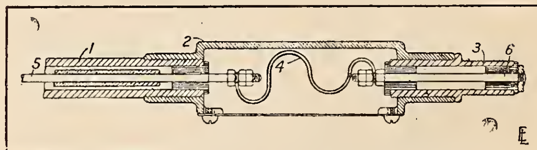


Fig. 3. — Pyramètre à joint de dilatation.

fixée à l'extrémité froide de l'élément 1 et porte l'une des bornes 3 du couple. A l'élément 5 est fixé un prolongement flexible 4 fait de la même substance ou du moins d'une substance équivalente au point de vue thermo-électrique. Ce prolongement est relié à la seconde borne 6 du pyromètre et ce dispositif permet les déplacements relatifs des extrémités froides des éléments 1 et 5.

(Br. angl. 132.132-20161) M. J. R.

++++++++++++++++++++++++++++++++++++

L'ELECTRICIEN *invite ses lecteurs et les constructeurs à lui adresser les vues ou schémas des appareils ou procédés nouveaux. Il publiera ceux qui présenteront un intérêt professionnel.*

L'ÉCOLE DE L'ÉLECTRICIEN

Enseignement pratique de l'électricité industrielle.

Nous rappelons que dans le but d'intéresser d'une façon particulière les lecteurs de cet enseignement à un travail suivi, qui puisse leur être réellement profitable, nous avons ouvert (1) entre eux un **CONCOURS**, *doté des* **PRIX** *suivants*

1[er] Prix. — **200** francs de livres à choisir dans le catalogue de la librairie Dunod.
2[e] Prix. — **100** francs de livres — — —
3[e] Prix. — **50** francs de livres — — —
Du 4[e] au 10[e] prix, chacun **25** francs de livres — —

Des **MENTIONS** seront en outre délivrées à tous les participants dont les envois auront obtenu une moyenne au moins égale à la note 14.

Les *Réponses aux problèmes* proposés aux lecteurs forment le sujet de ce concours. Chaque abonné pourra envoyer *une* solution pour chacun des problèmes proposés dans un numéro de l'*Electricien*. Les solutions de chaque série devront être mises à la poste au plus tard *un mois* après la date du numéro dans lequel les problèmes auront paru.



Sommaire ; *Application de la loi d'Ohm : 1° aux générateurs (piles et machines génératrices) ; — 2° aux récepteurs (accumulateurs, lampes, moteurs, etc...) — Exercices. — Problèmes proposés aux lecteurs.*

13. — Application de la loi d'Ohm aux appareils générateurs et récepteurs.

Note. — **1° Appareils générateurs.** — Supposons un appareil générateur A (fig. 6), une pile, par exemple, dont les bornes sont a et b et qui débite sur un circuit extérieur a b c d un courant I. De a en d, avons-nous dit précédemment, il y aura une certaine chute de tension, telle que si a est la résistivité du conducteur a b c d, l sa longueur et s, sa section, cette chute de tension

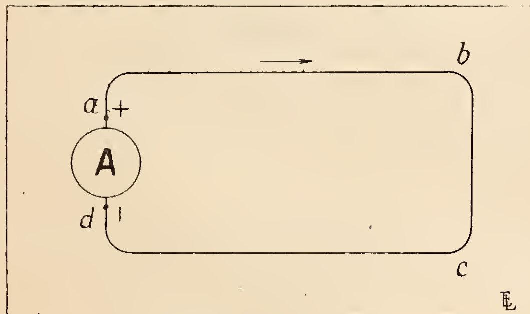


Fig. 9

sera : $U = a \frac{l}{s} I$, ou encore, en représentant par R la valeur de la résistance $a \frac{l}{s}$:

$$U = R I$$

Comme nous nous en doutons, il se produira aussi, dans l'intérieur du générateur A, une chute de tension, parce que ce générateur présente lui aussi, au passage du courant, une certaine résistance, appelée *résistance intérieure*. Appelons r cette résistance intérieure, la chute de tension correspondante aura alors pour valeur r I.

D'autre part, nous nous apercevrons que le courant, partant de la borne a, aura subi, après avoir parcouru le circuit extérieur a b c d et le circuit intérieur d a de l'appareil, une perte ou chute totale de tension : R I + r I pour revenir à son point de départ a.

Evidemment, pour que le courant circule, il faut que cette chute de tension soit compensée exactement par une tension équivalente produite par le générateur, c'est justement la force électromotrice de ce générateur ; nous l'appellerons E. Puisqu'il y a compensation exacte, c'est-à-dire équivalence, nous pourrons écrire :

$$E = R I + r I \qquad (21)$$

ou, sous une autre forme :

$$E = (R + r) I \qquad (22)$$

Nous venons de voir que : U = R I est la chute de tension dans le circuit extérieur a b c d, c'est aussi la différence de potentiel aux bornes du générateur. La formule (21) ci-dessus peut donc se poser sous la forme :

$$E = U + r I \qquad (23)$$

(1) Voir *Electricien* du 30 novembre 1919.

2° Appareils récepteurs (fig. 7). — Considérons deux appareils électriques, par exemple deux piles A et A′ identiques. Relions par un fil a — a' leurs deux pôles positifs et par un fil b — b', leurs deux pôles négatifs. Appelons E la force électromotrice de chacun des appareils, qui est la même pour les deux, et, de même, r leur résistance intérieure. Représentons par R la résistance totale des fils a — a' et b — b'.

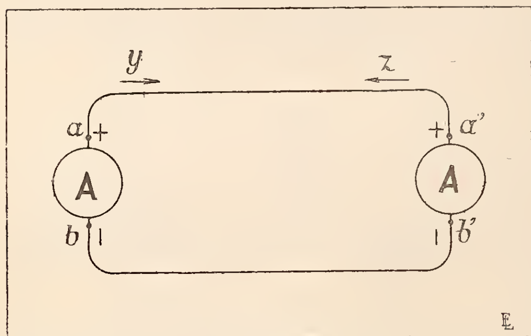


Fig. 7.

Par l'effet de la force électromotrice E du générateur A, un courant I tendra à circuler dans le circuit, et ce courant aura pour valeur, ainsi que nous venons de l'expliquer :

$$I = \frac{E}{R + r + r} \quad \text{ou} \quad I = \frac{E}{R + 2\,r}$$

puisqu'il parcourt les fils de résistance totale R et les deux appareils A et A′ de résistance totale 2 r.

Du côté de l'appareil A, le courant aura le sens de la flèche y, près de la borne positive a. Il en sera de même du côté de A′, mais alors le courant I, produit aussi par la force électromotrice E de A′, sera opposé au premier (flèche Z) ; ces deux courants étant égaux, se neutralisent donc et il ne passe rien dans le circuit considéré.

Il en sera tout autrement si on suppose que l'appareil A′ est différent de l'appareil A, c'est-à-dire si sa force électromotrice E′ et sa résistance r' sont respectivement différentes de E et de r, dans l'appareil A.

Le courant dû à E sera alors :

$$I = \frac{E}{R + r + r'} \qquad (21)$$

et celui dû à E′ sera :

$$I = \frac{E'}{R + r + r'}$$

Si l'on suppose E supérieure à E′, comme les dénominateurs de fractions ci-dessus sont égaux, la plus grande sera la première, le courant I sera donc supérieur à I′ et il passera dans le circuit un courant qui sera la différence des courants de chacun des appareils, soit I — I′. Ce courant résultant circulera dans le sens du plus grand I, c'est-à-dire dans le sens de la flèche y.

On voit que l'effet de la force électromotrice E′ est de diminuer la force électromotrice E et qu'elle lui est opposée. On l'appelle, pour cette raison, *force contre électromotrice*; de sorte que la force électromotrice agissant dans le circuit sera E — E′.

Alors si A est un générateur, on pourra considérer A′ comme un récepteur, qui sera doué d'une force contre électromotrice E′. C'est le cas d'un moteur à courant continu.

Exercices et applications.

Exercice 1. — *Une batterie de piles P* (fig. 8) *de résistance intérieure totale* 4 *ohms et de force électromotrice* 65 *volts, débite sur un appareil de résistance* R = 9 ohms. *On demande* : 1° *l'intensité du courant dans le circuit* ; 2° *la différence de potentiel aux bornes de la batterie*; 3° *la chute de tension dans la batterie.*

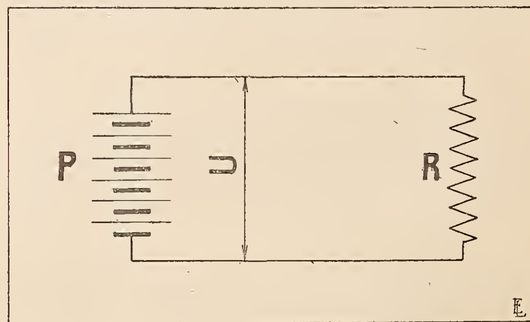


Fig. 8.

Solution.

1° La valeur de l'intensité du courant est donnée par la formule (22) :

$$E = (R + r)\,I, \text{ qui s'écrit ici :}$$

$$I = \frac{E}{R + r}$$

Or, nous avons E = 65 volts, R = 9 ohms Et r = 4 ohms, nous obtiendrons donc :

$$I = \frac{65}{9 + 4} = 5 \text{ ampères.}$$

Valeur de l'intensité [illegible] ant.

2° Cette différence de potentiel est donnée par U = RI, c'est-à-dire par :

$$U = 9 \times 5 = 45 \text{ volts}.$$

3° La chute de tension dans l'intérieur de la batterie sera, comme nous l'avons vu :

$$U = r\,I, \text{ c'est-à-dire : } 4 \times 5 = 20 \text{ volts}.$$

On voit que la somme 45 + 20 = 65 donne bien la valeur de la force électromotrice E de la batterie et qu'on aurait pu obtenir, comme ci-après, cette chute de tension :

$$r\,I = 65 - 45 = 20 \text{ volts}.$$

Exercice 2 (fig. 9). — *Un circuit comprend un générateur A de force électromotrice E = 85 volts et de résistance intérieure 0,2 ohm, un récepteur B de force contre électromotrice E′ = 58 volts et de résistance intérieure, 0,3 ohm et une résistance de 4 ohms. Calculer l'intensité du courant dans le circuit.*

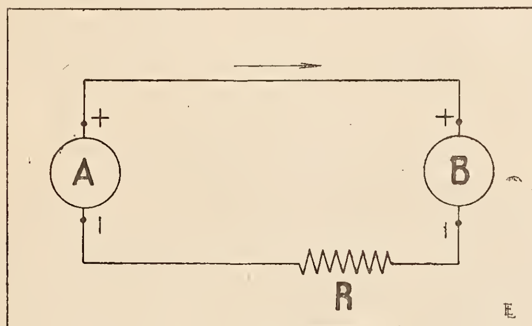


Fig. 9.

Solution.

Nous savons que la force contre électromotrice du récepteur B est opposée à la force électromotrice du générateur A. Le courant passant dans le circuit proviendra donc de la force électromotrice résultante E_1, qui est leur différence, soit $E_1 = E - E'$. Cette force électromotrice a donc pour valeur :

$$E_1 = 85 - 58 = 27 \text{ volts}.$$

La valeur du courant sera donnée par une expression de la forme :

$$I = \frac{E}{R + r + r'}$$

que nous avons déjà rencontrée, on aura donc avec : E = 27 volts, R = 4 ohms, r = 0,2 ohm, r' = 0,3 ohm :

$$I = \frac{27}{4 + 0{,}2 + 0{,}3} = 6 \text{ ampères}.$$

Problèmes proposés aux lecteurs.

Problème 15. — Dans un essai, une génératrice A débite sur un rhéostat liquide L. On veut faire l'essai à la charge de 350 ampères. La résistance intérieure de la génératrice est de 0,3 ohm et donne à ses bornes, à la charge 350 ampères, une différence de potentiel de 220 volts. Calculer la force électromotrice de cette génératrice et la résistance à donner au rhéostat pour obtenir la charge indiquée (fig. 10).

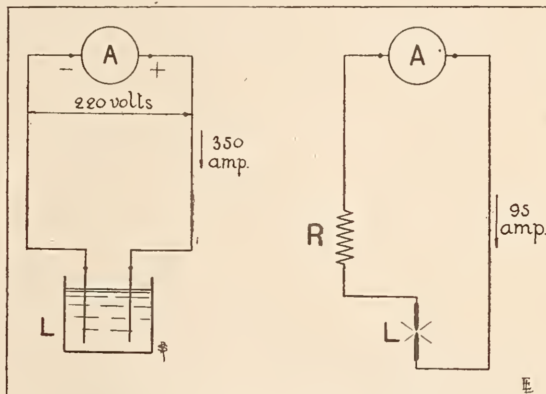


Fig. 10. Fig. 11.

Problème 16. — Un projecteur à arc L de 95 ampères est alimenté par une génératrice de résistance intérieure 0,4 ohm et de force électromotrice 120 volts. L'arc a une force contre électromotrice de 58 volts. Déterminer la résistance R à intercaler pour le réglage de l'arc (fig. 11).

R. Sivoine,
ingénieur E. T. P.

Notre Concours.

De nombreuses solutions des problèmes, représentant pour la plupart un très bon travail, nous sont parvenues. Pour répondre à plusieurs demandes, nous consentons à prolonger de quelques jours le délai d'envoi pour les premières solutions, et nous accepterons toutes celles mises à la poste jusqu'au **10 janvier 1920** *inclus, en ce qui concerne les problèmes donnés dans* **l'Électricien** *du 30 novembre. En conséquence, la publication des solutions desdits problèmes est reportée au 15 janvier.*

Nous avons ouvert le concours, quant aux prix à attribuer, entre tous nos abonnés, et afin de sauvegarder les intérêts de ceux-ci, nous ne pouvons l'étendre, comme il nous a été demandé, aux lecteurs au numéro. Toutefois comme nous sommes désireux d'encourager tout désir de travail, nous recevrons volontiers les envois de lecteurs non abonnés. Ces envois seront classés et notés pour concourir à l'attribution des **mentions** *décernées aux élèves obtenant une moyenne au moins égale à la note 14.*

TRIBUNE DES ABONNÉS

*Nous rappelons que l'*Electricien *publie gracieusement les demandes de* renseignements, de conseils, *les* problèmes techniques, *etc., posés par tous ses abonnés. Il fait ensuite appel à tous ceux de ses lecteurs qui sont en mesure de répondre aux questions posées en les priant de vouloir bien adresser aux bureaux de la Rédaction, 47-49, quai des Grands-Augustins, les réponses qu'ils jugeront utiles de faire.*

QUESTIONS

N° 50. — Je vous prie de bien vouloir me donner si possible les nom et adresse de fabricants de petits appareils à glace pour hôtels de moyenne importance (de 46 à 120 chambres) et le même renseignement pour des fabricants d'appareils transportables de nettoyage par le vide pour ces mêmes hôtels.

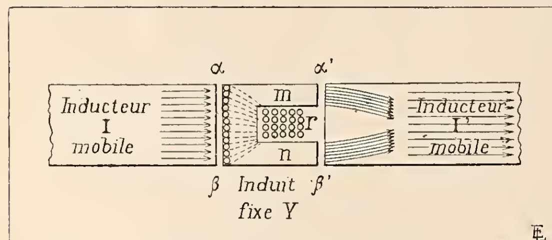
M. Lucas, Directeur de l'usine électrique des Granges, à Saint-Nectaire, Puy-de-Dôme.

N° 51. — Je vous prie de vouloir bien me faire connaître les nom et adresse du constructeur de la « lampe portative à magnéto » décrite sur le numéro 1241 du 30 novembre.

A. Béguignot,
8, boulevard Gambetta.
Alais (Gard).

N° 52. — Pourriez-vous me dire pour quelle raison les génératrices dites « homopolaires » ou unipolaires, à courant continu, n'ont eu jusqu'ici aucun succès?

On peut, cependant, semble-t-il, concevoir de telles machines simples, faciles à construire, où l'inducteur serait mobile, l'induit fixe, et où, par conséquent, les fils de l'induit couperaient le flux d'induction mobile comme l'inducteur lui-même.



Pour réaliser cette conception, on pourrait s'y prendre comme l'indique clairement le schéma ci-contre. Nous supposons que l'inducteur de la génératrice ainsi comprise, inducteur figuré en I et I, est rendu mobile par un moyen quelconque et déplace le flux d'induction à travers l'induit fixe Y et deux entrefers αβ et α'β'. Les lignes de forces du flux traversent d'abord αβ, puis les fils (figurés en section) de l'induit le long de αβ enfin rejoignent l'autre partie I de l'inducteur à travers les parties de fer ou tôle *m n*, situées à gauche et à droite d'une encoche *r*, peu perméable au flux, et où se réunissent les parties de fil induit faisant suite.

Les flèches indiquent la direction des lignes de force du flux d'induction. Le pointillé, la réunion au-dessus et dessous de l'induit des fils induits en αβ avec les parties situées dans l'encoche *r* ménagée dans le fer de l'induit faisant suite à celle de l'entrefer αβ et figurée en section.

De la sorte, il doit se produire dans un fil en *ab* une force électromotrice et dans cette partie seulement, puisque les extrémités de ce fil formant boucle et passant par *r*, sont dans une zone neutre où le flux d'induction est extrêmement faible, de même qu'au-dessus et dessous de l'induit. Dans tout fil en αβ, il se produit la même force électromotrice de même sens et toutes ces forces électromotrices doivent s'ajouter l'une à lautre, de façon à établir un courant continu d'une valeur donnée par la vitesse, l'importance du flux, etc.

Il semble donc qu'ainsi, et théoriquement du moins, rien ne s'oppose au fonctionnement de la machine en l'absence de collecteur, mais à condition toutefois de se servir de frotteurs appropriés pour faire passer le courant dans l'inducteur mobile.

La réaction d'induit, rendue maxima dans une telle disposition, n'est pas un obstacle considérable et ne doit pas écarter, *a priori*, la conception des génératrices « unipolaires » semblables. Elle peut, du reste, être fortement réduite, notamment par des parties de tôles situées immédiatement derrière αβ, dans le sens des lignes de force, en développant la force magnétomotrice de l'inducteur par rapport à celle de l'induit, etc., etc. C. M.

RÉPONSES

N° 47. — La puissance dépensée dans une installation triphasée ne peut être exactement mesurée qu'à l'aide de deux wattmètres. Toutefois si vous considérez votre installation comme rigoureusement équilibrée, un seul wattmètre peut suffire. Son circuit fil fin étant branché entre le fil neutre de l'installation et un fil de ligne, son indication devra être multipliée par trois. Enfin si, votre installation étant équilibrée, vous connaissez exactement (ce qui est peu probable) son facteur de puissance en fonction de la charge, votre voltmètre et votre ampèremètre suffisent alors. Si le voltmètre est branché entre deux fils de ligne et l'ampèremètre en série sur un des conducteurs de ligne, la puissance sera obtenue en multipliant l'une par l'autre leurs indications ; ce produit sera lui-même multiplié par $\sqrt{3}$ et par la valeur du cos φ de l'installation. Malheureusement, le facteur de puissance est généralement inconnu.

François.

48. — Il est possible, et depuis longtemps la question est résolue, de construire des lampes 1/2 watt de bas voltage qui consomment réellement un demi-watt par bougie, en employant sur le circuit d'alimentation un petit transformateur des Economiseurs Weissmann de notre fabrication employés depuis quatorze ans déjà, qui répondra parfaitement au désir exprimé par votre abonné.

En ce qui concerne la deuxième partie de la question : on peut réduire la consommation spécifique des lampes 1/2 watt au-dessus de 50 bougies en les établissant pour un courant inférieur à 110 volts ; de 22 volts par exemple.

Compagnie française Weissmann,
218, Faubourg Saint-Honoré, Paris.

Le Gérant : L. De Soye.

35e Année. — 2e Série. — Tome XLIX. N° 1243. — 31 décembre 1919.

16-345
MASS. INST. TECH. MAR 4 1920 LIBRARY
LIBRARY OF ELECTRICAL ENG.

L'ÉLECTRICIEN

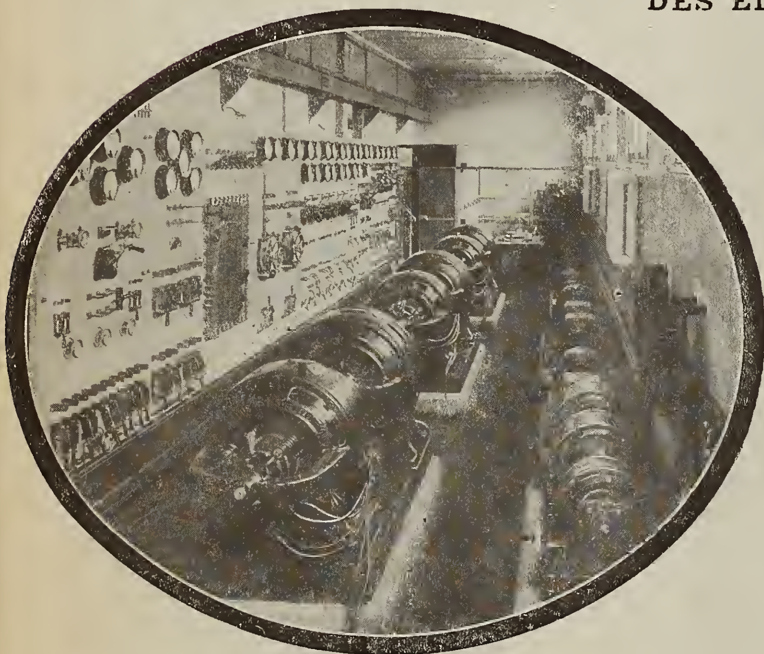
Rédacteur en Chef : Maurice SOUBRIER
ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE
PROFESSEUR ADJOINT D'ÉLECTRICITÉ INDUSTRIELLE AU CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIERS

Revue Internationale de l'Électricité & de ses applications

PARAISSANT LE 15 ET LE DERNIER JOUR DE CHAQUE MOIS

A L'USAGE

DES INGÉNIEURS,
DES INDUSTRIELS,
DES CONTREMAITRES,
DES OUVRIERS D'ÉLITE,
DES ÉLÈVES DES ÉCOLES TECHNIQUES



SOMMAIRE

	Pages
L'Equipement électrique des avions. — P. Maurer.	265
Recherche des défauts dans les câbles haute tension. — G. Lebaupin	270
Les automotrices et locomotives de la Bernina. — L. Pahin	273
Calcul pratique d'une installation en courant triphasé. — S. Turcus	277
Effet produit par la pluie sur un fil isolé. — F. M. G.	278
Influence de la disposition des conducteurs sur le rendement des fours électriques. —M. J. R.	279
Electricité et radioactivité. — F. Gibon	280
Notre enquête sur l'enseignement technique de l'Electricité	281
Inventions et procédés nouveaux	284
L'Ecole de « l'Electricien ». — Enseignement pratique. — Notre concours. — R. Sivoine	285
Tribune des abonnés	288
Echos et renseignements commerciaux	I
Bibliographie	V
Cours des matières premières	VI
Offres et demandes d'emplois et de matériel	VIII

PARIS

DUNOD, Editeur
Succr de H. Dunod et E. Pinat
47 et 49, quai des Grands-Augustins

L. DE SOYE et FILS
Imprimeurs-Editeurs
18, rue des Fossés-Saint-Jacques

Abonnement, 12 mois = France : 25 francs. — Union postale : 30 francs — Le numéro : 1 fr. 25.
Administration et Bureaux 47 et 49, Quai des Grands-Augustins, PARIS. — *Téléph.*, 1re ligne, *Gobelins* 19.38 ; 2e ligne *Gobelins* 36.52.

ETAUX-LIMEURS M.E.A.
Course 500, 650 m/m
à table fixe ou
inclinable
et double cremaillère
ETABLISSEMENTS
M.E.A.
24, Rue Caumartin
PARIS

ÉCHOS

—

Utilisation de la houille blanche à Madagascar.

On a mis à l'étude un projet qui consiste à utiliser des chutes situées à 20 kilomètres à l'ouest de Tamatave, sur l'Irondrono, dans le but d'amener dans la ville l'eau et l'énergie électrique. La puissance disponible aux chutes s'élève à 3.000 HP. C'est là une quantité bien supérieure aux besoins de Tamatave, aussi conçoit-on la possibilité d'utiliser une partie de cette énergie pour l'électrification du chemin de fer de Tamatave à Tananarive (320 kilomètres environ) et pour alimenter des industries électrométallurgiques et électro-chimiques en général.

Le budget général de la colonie supportera les frais d'aménagement de la rivière, de construction de digues, de canaux, de réservoirs et de construction de la station centrale. A la ville de Tamatave incomberont les dépenses relatives à l'installation de deux groupes de turbines susceptibles de fournir 500 kw. de courant alternatif, des canalisations électriques et de distribution d'eau dans la ville.

Les dépenses totales sont évaluées à 2.500.000 francs environ.

Les travaux devront être effectués soit par les services publics locaux, soit par des entreprises privées après adjudication aux enchères. Les entrepreneurs résidant dans la colonie auront un droit de priorité sur leurs concurrents de la métropole

M. J. R.

L'Energie industrielle.

L'assemblée extraordinaire du 3 décembre a régularisé la dernière augmentation du capital et approuvé les apports en nature faits à la société par les sociétés : Eclairage électrique de la Ville d'Alais, Force motrice d'Orthez-Castetarbe et Energie électrique de la Côte-d'Or. L'absorption de ces sociétés par l'Energie industrielle est ainsi définitive.

Compagnie générale d'Electricité.

Les bénéfices bruts de l'exercice 1918-19 ont atteint 9.728.916 francs en nouvelle augmentation de près de 1.700.900 fr. sur ceux de l'exercice précédent. Ces résultats s'entendent après déduction d'amortissements et de provisions. Après paiement des charges financières, les bénéfices nets de l'exercice ressortent à 5.585.352 francs contre 4.821.344 francs.

Hydro-Electrique du Verdon-Moyen.

Grenoble. — Sous cette dénomination vient d'être formée une Société anonyme au capitale de 1 million en actions de 1.000 francs, dont 750 d'apports. Elle a pour objet : l'achat et l'aménagement des forces motrices produites par les chutes du Verdon, près Castellane ; la distribution de l'énergie électrique sous forme d'éclairage ou de force motrice dans les régions environnant les usines électriques créées ; la création de toutes industries pouvant utiliser l'énergie produite par ces chutes : l'acquisition et la mise en valeur de toutes chutes d'eau autres que celles du Verdon-Moyen, ainsi que toutes opérations se rattachant à son objet.

Le siège est à Grenoble, 2, rue Paul-Bert. Les premiers administrateurs sont : MM. Michel Chateau, Eugène Aubrun et Pierre Trouiller.

Société d'Études des Forces motrices du Haut-Doubs.

Cette société anonyme, nouvellement formée, a pour objet la recherche et l'étude de chutes d'eau sur le Doubs et les travaux y relatifs ; la demande et l'obtention des concessions pour l'aménagement et la mise en exploitation de ces chutes ; la participation à toute société constituée en vue de l'exploitation des chutes d'eau.

Le siège est à Paris, 54, rue La Boétie. Le capital est fixé à 100.000 francs en actions de 100 francs. Les premiers administrateurs sont : MM. Paul Bizet, Paul Helle, Amable Hom, Arigle Joubert, Georges Lenoir et Emile Pinson.

Compagnie électrique de la Loire et du Centre.

L'assemblée générale ordinaire s'est tenue le 27 novembre.

Le bénéfice ressort à 3.052.336 francs en accroissement de 194.876 francs.

SOCIÉTÉ ANONYME DES ÉTABLISSEMENTS
Maljournal & Bourron
APPAREILLAGE ELECTRIQUE
HAUTE ET BASSE TENSION
Capital : 5 000 000 de francs.
128, avenue Thiers
LYON


Matérie complet d'installation. Tableaux. Petit appareillage. Chauffage électrique. Sonnerie. Téléphonie. Disjoncteurs et interrupteurs dans l'huile. Postes de distribution, de transformation. etc.
TUBES ISOLANTS

Téléphone : Inter-70.00 — Nord-715
J.-M. THEVENIN, Construct.
122-124, faub. St-Martin, Paris, Xe
FER A SOUDER ÉLECTRIQUE « IDÉAL »
115 ou 220 volts
LE PLUS PRATIQUE
PERMET UN USAGE RÉGULIER
Par sa chaleur constante
Consommation très réduite, rendement maximum.


" L'OUVRIER MODERNE "
REVUE PRATIQUE MENSUELLE
DE L'INGÉNIEUR, DU CONTREMAITRE ET DE L'OUVRIER
DES INDUSTRIES MÉCANIQUES
Directeur-Rédacteur en Chef : GEORGES BOURREY
ABONNEMENTS :
France, 24 fr.; Etranger, 30 fr.
Envoi sur demande une livraison spécimen.
DUNOD, éditeur, 47 et 49, Quai des Grands-Augustins, PARIS

D'importants travaux neufs sont en cours.

Secteur de Saint-Etienne : installation d'un 5e groupe à l'usine hydro-électrique de l'Ance, modifications à l'usine du Pont-de-Lignon, construction de la sous-station de la Rivière, aménagement d'une usine hydro-électrique de 50.000 HP sur l'Allier et l'Ance-du-Sud.

Secteur de Roanne : remaniement des postes de la Vourdiat et de Montagny.

Secteur de Montluçon : modifications à la chaufferie et installation de trois nouveaux fils.

Le dividende a été fixé à 15 francs brut par action libérée au 30 juin, et 13 fr. 125 par action non libérée payable à partir du 1er décembre.

MM. Courvoisier, Dubois, Fougerolle, Mage, Mangini, Sarrasin et Tissot ont été réélus administrateurs.

Société Paris-Rhône.

L'assemblée tenue à Lyon, au siège social de cette société, 41, chemin Saint-Priest, a approuvé les comptes de l'exercice 1918-19 qui se soldent par des bénéfices de 966.011 francs contre 2.301.911 fr. pour l'exercice précédent et voté un dividende de 12 francs, y compris l'intérêt statutaire payable à partir du 31 décembre.

Le rapport du Conseil annonce un accroissement de la production depuis quelques mois. La société vient d'ouvrir, 23, avenue des Champs-Elysées, à Paris, ses nouvelles installations, comprenant des bureaux commerciaux, situés auparavant rue Auber, et un vaste garage d'essais pour les appareils de démarrage et d'éclairage électrique, ainsi que pour la construction et l'entretien des équipements électriques d'automobiles.

Elle vient, en outre, de mettre en exploitation, à son usine de Lyon, une fonderie de cuivre et de fonte, où elle coule des carcasses de machines électriques.

La société paraît appelée à bénéficier largement de son lien industriel avec la Société alsacienne de Constructions mécaniques.

Société d'Electricité de Paris.

L'assemblée générale ordinaire s'est tenue le 27 novembre, sous la présidence de M. Daniel Berthelot.

Le rapport insiste sur les difficultés relatives à l'approvisionnement en charbon. Le régime administratif de répartition organisé pendant la guerre par les pouvoirs publics a été maintenu dans ses lignes essentielles et doit continuer à fonctionner jusqu'à nouvel ordre. Le combustible laisse beaucoup à désirer, tant au point de vue de la qualité que de la quantité. Seule l'importance des chaudières a permis de faire face à la situation.

Le programme de rajeunissement de l'usine, exposé au cours de l'assemblée générale dernière, est en cours de réalisation malgré les prix élevés actuels. Lorsque les installations prévues seront terminées, l'usine de Saint-Denis se trouvera au niveau des perfectionnements de la technique la plus moderne.

L'énergie électrique vendue en 1918-19 a dépassé 134 millions de kilowatts-heure. Le fléchissement constaté sur l'année précédente (150.544.395 kilowatts-heure) est dû à la diminution de production des usines travaillant pour la Défense nationale.

Le compte de profits et pertes accuse un produit d'exploitation de 6.067.169 fr. Après prélèvement de 1.300.000 francs pour amortissement des dépenses de premier établissement et un versement de 1.300.000 francs au fond de renouvellement du matériel, le solde bénéficiaire net ressort à 2 583.735 francs.

Le dividende a été fixé à 20 francs par action et 33 francs 33 par part.

MM. Ulrich et de Wandre ont été nommés administrateurs.

Société de l'Est-Cinéma.

Société anonyme de formation récente, ayant pour objet l'exploitation, sous toutes ses formes, du cinématographe et de toutes industries s'y rattachant. Le siège est à Paris, 6, place de la Madeleine. Le capital est fixé à 2 millions, en actions de 100 francs. Il est en outre créé 10.000 parts de fondateurs ayant droit à 30 0/0 sur les bénéfices nets, attribués à MM. Benoît-Lévy, Guégan et Guernieri, fondateurs.

Société du Centre-Cinéma.

Cette société anonyme de formation récente a pour objet l'exploitation sous toutes ses formes, du cinématographe et de toutes industries s'y rattachant.

Le capital est fixé à 2 millions, en ac-



Vente au détail : 10, rue Halévy.

MESURES ÉLECTRIQUES

ENREGISTREURS ET APPAREILS DE TABLEAUX

Courants continus et courants alternatifs

Ampèremètres, Voltmètres, Wattmètres

Nouveaux Modèles parfaitement apériodiques pour traction électrique

J. RICHARD, Fondateur et successeur de la maison RICHARD Frères

25, rue Mélingue, PARIS (*Ancienne impasse Fessart*)

GRAND PRIX : Paris 1889, St-Louis 1904, Milan 1906, Londres 1908, Bruxelles 1910, Turin 1911, Gand 1913.

S. SAMET

FOURNITURES GÉNÉRALES POUR L'ÉLECTRICITÉ

25, boulevard, Saint-Martin, PARIS

Téléphone : Archives 1 -63.

tions de 100 francs, dont 1.000 rémunèrent les apports. Le siège est à Paris, 6, place de la Madeleine. Cette société a été constituée par les mêmes personnalités que la précédente.

Eaux et électricité de l'Indo-Chine.

Les actionnaires de cette société se sont réunis en assemblée générale extraordinaire, sous la présidence de M. Octave Homberg, à l'effet de statuer sur une proposition tendant à porter le capital social de 6.500.000 francs à 10.000.000 de francs, par l'émission de 7000 actions nouvelles d'une valeur nominale de 500 francs, qui seraient émises avec une prime de 300 francs.

Cette mesure a pour but de donner à la société les moyens financiers pour procéder à l'accroissement de la capacité de production et de distribution d'énergie de ses divers services et notamment de la station centrale de Choquant. Cette extension s'impose pour mettre les installations en état de répondre au développement de la clientèle de Saïgon et de Cholon, considérablement accrue ces dernières années, tout en conservant la proportion de matériel de réserve indispensable à la sécurité de l'exploitation, proportion d'ailleurs fixée par les contrats. La société pourra ainsi encore satisfaire aux demandes de la télégraphie sans fil, avec laquelle elle est en pourparlers pour la fourniture de la totalité d'énergie qui sera nécessaire à ce service.

L'assemblée, à l'unanimité, a ratifié la proposition d'augmentation de capital indiquée ci-dessus.

Gaz pour la France et l'Etranger.

L'Assemblée générale ordinaire s'est tenue le 27 novembre, sous la présidence de M. Edgard Stern.

Les résultats des usines à gaz de Brest, le Blanc, Etampes, Loches, Louviers, Narbonne, Pau, Poitiers, Provins et Tours, et eaux des stations centrales électriques de Loches, Lonviers, Pau, Poitiers, Provins et ours, auxquels s'ajoutent les bénéfices d'exploitation pendant la période s'étendant du 1er juillet 1914 au 30 juin 1919 des usines de Ath, Courcelles, Hal, Hasselt, Roulers, Soignies, Saint-Trond, Turnhout, Vilvorde, s'élevant à 1.407.212 francs. Les participations et intérêts ont fourni d'autre part 1.892.810 francs.

En ajoutant le report de l'exercice précédent, on obtient un total de 5.066.096 fr.

Déduction faite des frais généraux, des charges obligataires et de la dépréciation de certains titres du portefeuille, il reste un solde net de 1.877.282 francs, que le Conseil propose de reporter à nouveau. Les conditions économiques dans lesquelles se présente, pour l'industrie du gaz, l'exercice en cours restent en effet particulièrement dificiles. La crise du charbon et celle des transports rendent l'exploitation des usines de France particulièrement précaire. A l'étranger, les mêmes difficultés se feront certainement sentir dans les exploitations où la Compagnie du Gaz pour la France et l'étranger à des intérêts.

Les premiers renseignements fournis à la dernière assemblée sur l'état dans lequel les différentes usines de Belgique avaient été retrouvées au moment de l'armistice, se sont confirmés. A l'exception de l'usine de Roulers, qui s'est trouvée dans la zone des combats, ces usines n'ont pas cessé, pendant toute la durée de la guerre, de fonctionner tout ou moins partiellement, et leur matériel a été préservé. Il en a été de même des exploitations de gaz et d'électricité de Bucarest, dans lesquelles la Compagnie du Gaz pour la France et l'étranger a des intérêts.

Des renseignements complémentaires fournis, il résulte que l usine de Roulers n'est pas complètemont détruite. Elle a subi d'importants dégâts dont le Conseil espère obtenir le remboursement. Quant aux espèces qui avaient été transférées en Allemagne, elles ont été restituées à la société.

Les demandes en révision des cahiers des charges ont déjà abouti en France, avec la plupart des municipalités, à la conclusion de conventions nouvelles portant sur des périodes plus ou moins longues. En Belgique, la loi sur la résolution et la révision de certains contrats d'avant-guerre n'a été que récemment votée par le Parlement ; elle a été promulguée le 11 octobre. En Roumanie et en Grèce, des pourparlers sont actuellement en cours.

L'assemblée, à l'unanimité, a approuvé les comptes et le bilan présentés par le Conseil. Elle a réélu MM. E. Stern, Jacques Level et René Masse administrateurs et a nommé MM. Georges Level et Gaston Chavanne commissaires des comptes.

ACCUMULATEURS DININ

DEMARRAGE ET ECLAIRAGE
DES AUTOMOBILES
ET TOUTES APPLICATIONS

Société des Accumulateurs Electriques
Anciens Établissements ALFRED DININ
Société Anonyme au Capital de 3.000.000 de francs

USINES ET BUREAUX
18, Route de Cherbourg
NANTERRE (Seine)
TÉLÉPHONE WAGRAM 95-53



MAISON DE VENTE
49, Rue Saint-Ferdinand
PARIS (XVIIe)
TÉLÉPHONE WAGRAM 29-14

Energie électrique de la Basse-Isère,

Cette société, 94, rue de la Victoire, à Paris, émet à 475 francs 54.000 obligations de 500 francs 5 0/0 net, remboursables en 35 ans à partir de 1924. Le service de ces titres est garanti par les Aciéries de la marine et d'Homécourt et la Compagnie électrique de la Loire et du Centre.

Compagnie électrique de Franche-Comté.

Le conseil de surveillance a décidé de procéder à l'émission d'une tranche de 800 obligations 6 0/0 net, faisant suite aux obligations existantes.

Compagnie électrique de Franche-Comté ;

Lons-le-Saunier. — Les travaux d'achèvement du réseau et d'installation de la nouvelle station hydro-électrique d'Arbois (Jura) nécessiteront encore des dépenses importantes ; la société va se procurer les fonds nécessaires en émettant une nouvelle tranche de 800 obligations du même type que celles émises en septembre dernier.

La dette obligataire sera ainsi portée à 2.400.000 francs.

Compagnie Lorraine d'électricité.

Nancy. — Cette société va ouvrir à Nancy, 33, rue des Dominicains, un magasin de vente d'appareils électriques et petit appareillage : à ce magasin sera adjoint un bureau de renseignements.

Société pour la fabrication des isolants (S. F. I.)

Cette société anonyme est constituée définitivement.

Elle a pour objet la fabrication et la vente de tous produits isolants, en particulier l'*Idealith* et la *Micanite*, dans leurs diverses qualités, des rubans, toiles et vernis isolants. En général, de tous produits plastiques ou isolants spéciaux.

Le siège est à Courbevoie, 35, rue de Paris. Le capital est fixé à 300.000 fr., en actions de 500 francs, sur lesquelles 220 rémunèrent les apports.

Les premiers administrateurs sont : MM. Robert Brunnarius, Joseph Bligny, Gaston Sailly, Honoré Marchand et Guido Brunnarius.

Compagnie des charbons Fabius Henrion.

Nancy. — Le Conseil a été autorisé, en raison des circonstances, à arrêter du 31 juillet 1914, l'exercice de ladite année, et à réunir en un seul exercice la période allant du 1er août 1914 au 31 mars 1919.

L'assemblée générale tenue dernièrement a reçu communication des comptes de l'exercice alant du 1er avril au 31 juillet 1914 ; sur le montant des bénéfices de cette courte période, soit 45 193 francs, elle a affecté 5 0/0 à la réserve légale et reporté à nouveau le surplus.

Les comptes de l'exercice 1914-1919 feront l'objet d'une assemblée ultérieure.

Dès le début de la guerre, l'usine de Pagny-sur-Moselle a été occupée par les Allemands et la plus grande partie du matériel démontée et réinstallée en pays ennemi.

Dans le courant de 1915, les magasins et les réservoirs de l'usine à goudron ont été brûlés au cours des bombardements.

R. Gerbault et Cie.

Société formée en nom collectif pour l'installation et les réparations d'entreprises électriques. Capital : 20.000 francs. Siège, 31, rue des Trois-Bornes, Paris.

Quitalet et Cochet.

Reims. — Sous cette raison sociale vient d'être formée une société en nom collectif pour l'entreprise de tous travaux de constructions et d'installations électriques. Le capital est de 10.000 francs. Le siège, 41, boulevard de la République, à Reims.

Tennevin fils et Cie.

Marseille. — Sous cette raison sociale, MM. René Tennevin, industriel à Marseille, 67, rue Saint-Jacques ; Bruno Tennevin, industriel à Marseille, 65, rue Montaux, comme associés en nom collectif, et Félix Tennevin, entrepreneur électricien à Marseille, 31, avenue du Prado, comme commanditaire, ont formé une société qui a pour objet tous travaux ou entreprises concernant l'achat, la vente, la location, l'installation et la réparation de tous matériels électriques et travaux s'y rapportant.

Le siège est à Marseille, 31, avenue du Prado. Le capital est fixé à 250.000 fr,

MOTEURS DIESEL ET SEMI-DIESEL

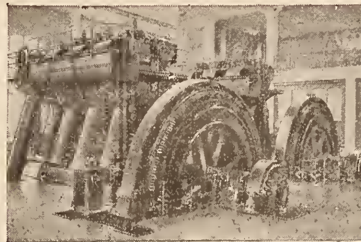


MARCHANT A L'HUILE LOURDE DE PETROLE — OU A L'HUILE DE GOUDRON DE HOUILLE

ÉCONOMIE

CONSOMMATION

MOTEURS DIESEL
(Licence Tosi)
190 grammes d'huile de pétrole environ par cheval effectif.



Nég: 4149 - MOTEURS TOSI DE 2000 HP   Cl. 6743 E

SÉCURITÉ

MISE EN MARCHE INSTANTANÉE

ENCOMBREMENT RÉDUIT

MOTEURS POUR TOUTES APPLICATIONS — INSTALLATIONS FIXES
GROUPES ÉLECTROGÈNES — NAVIGATION FLUVIALE ET MARITIME
DEMANDER NOTRE LISTE DE RÉFÉRENCES GÉNÉRALES L. R. G. 27

ADRESSE TÉLÉGRAPHIQUE : ELIHU-PARIS

COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS
Thomson-Houston
SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 200.000.000 DE FR.
SIÈGE SOCIAL : 10, rue de Londres, PARIS (IXe)

TÉLÉPHONE :

LOUVRE	GUTENBERG
31.94	00.15
21.55	58.11
21.84	58.23
22.24	58.81
22 70	C. P. 22

Ateliers de constructions électriques de Charleroi.

Bruxelles. — L'assemblée extraordinaire du 15 courant a voté l'augmentation du capital de 20 à 40 millions par l'émission, à 350 francs, de 80.000 actions de 250 francs.

L'assemblée a décidé d'accepter l'apport des biens de la *Manufacture de chapeaux de Ruysbroeck*, en liquidation, par l'entremise de la *Société Générale de Belgique ;* en rémunération, celle-ci reçoit 7.885 actions de capital entièrement libérées et le droit de souscrire 10.915 actions de capital nouvelles.

La souscription des 61.200 actions de capital restantes est réservée aux porteurs d'actions de capital ou de jouissance existantes, à raison de 3 nouvelles pour 5 anciennes.

Si, après l'exercice de ce droit, il restait un solde d'actions non souscrites, celles-ci seraient réservées par préférence, à concurrence de 1.200 titres, à la *Société Générale de Belgique*, qui aurait ainsi une participation de 20.000 titres : le surplus pourrait être souscrit par les actionnaires à titre réductible.

La nationalisation de l'industrie électrique en Allemagne.

Mayence. — L'assemblée nationale a discuté lundi, en deuxième lecture, le projet de loi nationalisant l'industrie électrique. Seuls, les indépendants ont fait opposition. Leur porte-parole, le député Henke, a prétendu que, sous prétexte de nationalisation, cette loi consolide en réalité le régime capitaliste.

Adjudications.

L'Administration des P. T. T. (direction des services téléphoniques, 24, rue Bertrand, à Paris), adjugera, le 19 janvier 1920, à 10 heures, la fourniture et l'installation, dans des bureaux centraux téléphoniques de Paris, de 3 groupes convertisseurs pour charge de batterie d'accumulateurs et organes accessoires.

Offres de prix et renseignements à la direction des services téléphoniques.

BIBLIOGRAPHIE

Machine d'extraction électrique installée aux mines de Landres.

Cette brochure, éditée par la Société Alsacienne de constructions mécaniques, à Belfort, donne les caractéristiques d'une machine d'extraction alimentée par un groupe avertisseur à volant de 450 chevaux.

L'Electricité à la portée de tout le monde, par Georges Claude. — 8e édition, revue et mise à jour. — In-8° de 572 pages, avec 228 figures, 8 francs, plus majoration temporaire de 50 0/0, soit 12 francs. — (Dunod, éditeur, 47 et 49, quai des Grands-Augustins, Paris, VIe.)

Cette nouvelle édition du livre de M. Georges Claude aura certainement le même succès que ses sept devancières.

Aucun livre, en effet, n'a fait autant pour la vulgarisation de la science électrique, dont l'auteur explique les phénomènes de la façon la plus simple et la plus accessible à tous.

Nous ne croyons pouvoir mieux faire que de rappeler ici les titres de ses chapitres :

Courant continu. — Premières constatations ; La mesure dans les phénomènes électriques ; Considérations sur les piles usuelles ; Résistance électrique ; Puissance ; Lutte contre la résistance intérieure ; Couplage des piles et des résistances ; Principe des instruments de mesure ; Eclairage par incandescence ; Electrochimie ; Applications de l'électrochimie.

Electro-magnétisme. — L'induction magnétique ; Applications des électro-aimants ; Principe des machines à courant continu ; Examen de quelques types de machines à courant continu ; Moteurs à courant continu ; Application des moteurs.

Courants variables. — Self-induction ; Applications de la self-induction ; Induction mutuelle ; Bobine de Ruhmkorff ; Une nouvelle grandeur électrique : la capacité ; Haute fréquence.

Courants alternatifs. — Courants alternatifs simples ; Alternateurs et transformateurs.

Causeries sur le radium et sur les nouvelles radiations. — Ondulations hertziennes ; Luminescence, Rayons cathodiques et rayons X ; Le radium ; Le secret du radium.

Ancienne Mon MICHEL & Cie

Compagnie pour la Fabrication des Compteurs et Matériel d'Usine à Gaz (SUCCESSEUR)

SOCIÉTÉ ANONYME : CAPITAL 27.000.000 DE FRANCS

16 et 18, boulevard de Vaugirard, PARIS

COMPTEURS D'ÉLECTRICITÉ

Modèle B pour courant continu et alternatif

Modèle O' K pour courant continu

Modèle A C T pour courant alternatif, diphasé et triphasé.

Compteurs suspendus pour tramways.

Compteurs à double tarif, à indicateur de consommation maximum, à dépassement à tarifs multiples (système Mahl) à paiement préalable (système Berland).

APPAREILS DE MESURES D'ÉLECTRICITÉ (Syst. MEYLAN D'ARSONVAL)

Indicateurs et enregistreurs pour courant continu et alternatif, thermiques, électromagnétiques, électrodynamiques et d'induction. — Appareils à aimant (à cadre mobile) pour courant continu. — Appareils indicateurs à cadran lumineux. — Transformateurs de mesure. — Relais. — Phasemètres, fréquencemètres, ohmmètres, fluxmètre Grasset. — Perméamètre Iliovici, pyromètres indicateurs et enregistreurs. — Voltmètres, ampèremètres et wattmètres étalons électrodynamiques.

RENSEIGNEMENTS COMMERCIAUX ET INDUSTRIELS

Prix des Matières premières

Cours commerciaux approximatifs

Métaux.

Aluminium pur 98/99 % ....les 100 kg.	625 fr.
Antimoine d'Auvergne	300 »
Cuivre rouge en planches..................	688 »
— en tuyaux sans soudures........	697 »
— en tuyaux soudés..............	660 »
— en fils........................	607 »
Cuivre jaune en planches, 1re qualité.........	607 »
— en tuyaux sans soudures........	697 »
— en fils........................	607 »
Cuivre du Chili, affiné, en lingots............	600 »
Cuivre en lingots propres au laiton..........	500 »
— en cathodes	500 »
Barres de laiton pour décolletage............	610 »
Fil cuivre électrolytique	520 »
Etain pur laminé (1 mill. épaisseur et plus)....	2.000 »
Etain pur laminé, en tuyaux (9 mill. diam. int. et au-dessus)........................	2.000 »
Etain Banka, en lingots	1.375 »
— des Détroits, en lingots	1.360 »
— anglais de Cornouailles en lingots......	1.378 »
— français, en lingots	1.360 »

Fers ou aciers doux.

Marchands 1re classe................ base	95 »
— écart par classe	1 50
Feuillards	110 »
Poutrelle I ordinaire et P N	100 »
— II —	105 »
Cornières 1re catégorie	95 »
écart par classe..................	1 50
Pour les aciers demi-durs, majoration	5 »

Tôles de construction.

Tôles de 0,005 mm et plus, acier doux	95 »
— de 0,003 mm à 0,049	105 »
— de 2e classe 0,004 mm	110 »
— de 3e classe 0,003mm	115 »
— de 4e cl. 1,50 × 3,00 en 0,003mm	118 »
— de 0,002mm et 0,002 1/2	120 »
— bleues des Ardennes, 5/10 à 30/10......	150 »
Métal Rex pour canalisation d'eau............	500 »
Nickel pur en lingot	900 »
— pur en feuilles....................	»
Alliage, nickel et cuivre 50 %	»
Plomb laminé et en tuyaux.......les 100 kil.	250 »
Plomb tuyaux de 10 à 19 mm..................	260 »
Plomb brut de France et autres provenances ...	225 »
Plomb de prov. div., marq. ord. livr. Havre ou Rouen..............................	200 »
Plomb de prov. div., marq. ord. liv. Paris	205 »
Zinc bonnes marques liv. Le Havre	250 »
Zinc extra pur	251 »
— laminé	330 »
— — en tuyaux	370 »
— brut prem. marques..................	300 »
— autres provenances	280 »
— refondu n° 1	260 »
— — n° 2	250 »

Maisons recommandées.

Bardon (L.), 61, boulevard National, à Clichy, près Paris. — Lampes à arc.
Cadiot, 31, rue de Maubeuge, Paris. — Appareils électriques. — Produits isolants. — Moteurs. — Ventilateurs. — Charbons. — Appareils de chauffage électrique.
Carbone (Le), 12 et 33, rue de Lorraine, à Levallois-Perret (Seine). — Charbons pour lampes et microphones.
Carpentier (J.), 20, rue Delambre, Paris. — Appareils de mesures électriques et magnétiques en tous genres.
Chauvin et Arnoux, 186, rue Championnet, Paris. — Appareils pour mesures électriques.
Compagnie française de charbons pour l'électricité, à Nanterre (Seine).
Compagnie française Thomson-Houston, 10, rue de Londres, Paris. — Eclairage et traction électiques.
Compagnie de construction électrique, rue du Docteur-Lombard, Issy-les-Moulineaux. — Compteurs.
Compagnie pour la fabrication des compteurs, 16 et 18, boul. Vaugirard, Paris. — Appareils de mesures.
Da et Dutilh, 81, rue Saint-Maur, Paris. — Appareils de mesure électriques.
Darras (A.), 123, boulevard Saint-Michel, Paris. — Compteurs de tours.
Démoly, 43, rue Trévise, Paris. — Appareils de précision. — Appareillage électrique. — Matériel de tramways.
Démoly et Martinet, 44, rue Saint-Lazare, Paris. — Isolants. — Appareils de mesure. — Ventilateurs et moteurs électriques. — Matériel de tramways.
Dinin (Alfred), 49, rue Saint-Ferdinand, Paris. — Accumulateurs et voitures électriques.
Ducretet (F.) et E. Roger, 75, rue Claude-Bernard, Paris. — Télégraphie sans fil. — Rayons X.
Electrométrie usuelle, 4, rue du Borrégo, Paris. — Manufacture d'appareils de mesures électriques.
Espir (L.), 10 et 12, rue Rodier, Paris; téléph. 147-80. — Moteurs et dynamos. — Lampes à arc. — Appareillage.
Etablissements Delaunay-Belleville, à Saint-Denis (Seine). — Groupes électrogènes.
Ferranti Limited, à Hollinwood, Lancashire (Angleterre). — Paul Testard, représentant, 78, rue d'Anjou, Paris. — Instruments et transformateurs de mesure. Compteurs. Appareils de chauffage.
Geoffroy et Delore, rue des Chasses, à Clichy (Seine). — Câbles électriques.
Grammont, à Pont-de-Chéruy (Isère). — Fils et câbles électriques.
Appareillage électrique Grivolas, 16, rue Montgolfier, Paris. — Supports pour lampes à incandescence. — Commutateurs. — Tableaux de distribution, etc.
Harlé et Cie, 26, avenue de Suffren, Paris. — Eclairage. Transport de force. Dynamos à vapeur.
Heinz, 2, rue Tronchet, Paris. — Accumulateurs.
India-Rubber Gutta percha and Telegraph Work, 313, rue Saint-Martin, Paris. — Fils et câbles électriques.
Lampe Philips (La) (Société anonyme française), 48, rue Richer, Paris.
Lévy frères, 59, rue d'Hauteville, Paris. — Fils et câbles électriques.
Maguin (R. Drouhin, successeur), 27, rue des Ardennes, Paris. — Bioxyde de manganèse. — Chlorhydrate.
Société Anonyme des Etablissements Maljournal et Bourron, 128, 133, 135, 139, avenue Thiers, Lyon. — Tout l'appareillage électrique pour lumière et force motrice.
La métallurgie électrique, ancienne maison Vedovelli, Priestley et Cie, 14, rue Taitbout, Paris (9e).
Oerlikon (Société), 9, rue Pillet-Will. — Matériel complet pour usines électriques et traction.
Olivetti et Cie (C.), Milan. — Instruments électriques.
Richard, 25, rue Milingue, Paris. — Instruments de mesure. — Enregistreurs.
Schneider et Cie, au Creusot, et 42, rue d'Anjou, Paris. — Installations pour la production et l'utilisation de l'énergie.
Société de l'accumulateur Tudor, 26, rue de la Bienfaisance, Paris.
Société alsacienne de constructions mécaniques, 4, rue de Vienne, Paris. — Installations de stations centrales.
Société de constructions électriques Nancy. — Moteurs pour courants continu et alternatifs.
Société anonyme des établissements Adt, 45, rue Turbigo, Paris. — Articles isolants.
Société anonyme de constructions électriques de Nancy. — Moteurs et dynamos.
Société d'électricité Mors, 28, rue de la Bienfaisance, Paris. — Soupape électrique Nodon, installations électriques.
Société générale d'électrification, 14, r. Taitbout, Paris (9e). — Installation de réseaux de distribution d'énergie. — Transport de force. — Traction électrique haute et basse tension.
Société Gramme, 20, rue d'Hautpoul, Paris. — Dynamos. Moteurs. Lampes. Applications diverses.
Société française des câbles électriques, système Berthoud-Borel et Cie, 11, chemin du Pré-Gaudry, à Lyon.
Société française de poteaux en bois, 28, rue Saint-Lazare, Paris. — Poteaux en bois.
Société Westinghouse, 7, rue de Liége, Paris. — Traction électrique.
Usines, ateliers et câblerie de Jeumont (Nord), siège social, 75, boulevard Haussmann, Paris.
Wanner et Cie (Société des Etablissements), 57, avenue de la République, Paris. — Courroies Balata-Dick.
Ateliers de Jeumont (Nord), Siège social, 75, boulevard Haussmann, Paris. — Câblerie, fonderies, tréfilerie, laminoirs, aciéries.
L'Eclairage électrique (fusionné avec la Compagnie française Thomson-Houston), 10, rue de Londres, Paris.
Compagnie Electro-Mécanique, 12, rue Portalis, Paris. — Matériel d'usine, distribution, traction.
Ateliers électriques de Saint-Ouen, à Saint-Ouen (Seine). — Moteurs, transformateurs.

Agenda Dunod ÉLECTRICITÉ

39e Édition (1920).

Un volume in-16 (10 × 15) de XLII-330 pages, plus 32 pages quadrillées pour croquis, avec 118 figures.
Cartonné.. 4 fr.

(*Majoration temporaire de 50 0/0 sur le prix marqué.*)

EN VENTE

à la **Librairie DUNOD**, 47 et 49, quai des Grands-Augustins, Paris (VIe).

Paris. — L. De Soye, impr., 18, rue des Fossés-St-Jacques

9